

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Facultad de Medicina



TESIS DOCTORAL

FUNCIÓN RESPIRATORIA DE NIÑOS  
VARONES QUE PRACTICAN DEPORTE  
EXTRAESCOLAR (FÚTBOL) RESPECTO A  
NIÑOS ESCOLARIZADOS DE ESA MISMA  
EDAD

JUAN PABLO GARCÍA PAINE

MÁLAGA, 2015



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

AUTOR: Juan Pablo García Paine

 <http://orcid.org/0000-0003-0442-6140>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): [riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Facultad de Medicina

Departamento de Pediatría

TESIS DOCTORAL

FUNCIÓN RESPIRATORIA DE NIÑOS VARONES QUE  
PRACTICAN DEPORTE EXTRAESCOLAR (FÚTBOL)  
RESPECTO A NIÑOS ESCOLARIZADOS DE ESA  
MISMA EDAD

JUAN PABLO GARCÍA PAINE

Málaga, 2015

**D. José María Santa Cruz Talledo**, Doctor en Medicina por la Universidad de Málaga

**CERTIFICA:**

Que Don Juan Pablo García Paine, ha realizado el trabajo de Tesis Doctoral: **“FUNCIÓN RESPIRATORIA DE NIÑOS VARONES QUE PRACTICAN DEPORTE EXTRAESCOLAR (FÚTBOL) RESPECTO A NIÑOS ESCOLARIZADOS DE ESA MISMA EDAD”**, que ha concluido con todo aprovechamiento. El que suscribe ha revisado y dirigido el presente trabajo y lo considera apto para su aprobación por la comisión correspondiente.

Málaga a 5 de Noviembre 2015

**D. Javier Pérez Frías**, Catedrático de Pediatría de la Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga

**CERTIFICA:**

Que Don Juan Pablo García Paine, ha realizado el trabajo de Tesis Doctoral: **“FUNCIÓN RESPIRATORIA DE NIÑOS VARONES QUE PRACTICAN DEPORTE EXTRAESCOLAR (FÚTBOL) RESPECTO A NIÑOS ESCOLARIZADOS DE ESA MISMA EDAD”**, que ha concluido con todo aprovechamiento. El que suscribe ha revisado y dirigido el presente trabajo y lo considera apto para su aprobación por la comisión correspondiente.

Málaga a 5 de Noviembre 2015

## AGRADECIMIENTOS:

A D. Javier Pérez Frías, por confiar en mí y haberme iniciado y guiado en toda esta aventura.

A D. José María Santa Cruz Talledo, por todo el tiempo que invirtió en mi formación durante la residencia y ahora en el desarrollo de este proyecto. Gracias por haberme acompañado y dirigido como sólo un amigo sabe hacer.

A D. Ben Barek y a la Escuela Deportiva del Málaga Club de Fútbol, por su disposición y colaboración desinteresada.

A D. Estanislao Camacho y todo el profesorado del Colegio El Romeral, por facilitarme toda la ayuda necesaria para obtener los datos de los niños escolarizados.

A los profesionales del Centro de Salud El Palo, por estar siempre disponibles cuando los he necesitado, resolviéndome dudas y aportando ideas para la mejora del trabajo.

A mis suegros, por estar siempre ahí y cuidarme como un hijo más, evitando que tenga distracciones para poder cumplir los plazos de entrega de éste estudio.

A mis hermanos, cuñados y sobrinos porque son un estímulo constante para que mejore día a día.

A mi padre, Manuel García del Río, excelente médico y mejor persona a quien imitar en la vida, por su cariño y perseverancia en que no pierda el sentido de la verdadera medicina, para que me supere constantemente por y para el paciente.

A mi madre, que empezó este proyecto conmigo en la tierra y lo termina en el cielo.

A mi mujer y a mis princesas Merceditas e Isabel, por su constante apoyo y comprensiva espera en las largas tardes de estudio y trabajo.

*“Quien no sabe lo que busca, no ve lo que encuentra”*

***Claude Bernard***

*A mi mujer por su amor y apoyo en todo lo que hago.*

*A mi padre por enseñarme los pasos a seguir.*

*A mi madre por cuidarme desde el cielo.*

*A mis hermanos por su confianza en mí.*

*A mis princesas.*



## Índice

I. INTRODUCCIÓN .....	1
A.- DESARROLLO DEL APARATO RESPIRATORIO .....	2
B.- MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES .....	18
C.- EXPLORACION DEL APARATO RESPIRATORIO .....	38
D.- BENEFICIOS DEL EJERCICIO FÍSICO .....	50
E.- NORMATIVA ESCOLARIZACIÓN .....	60
F.- JUSTIFICACION .....	63
G.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	68
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	70
A.- BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA .....	71
B.- MATERIAL .....	76
C.- MÉTODO .....	77
III. RESULTADOS .....	107
A.- ANALISIS UNIVARIANTE .....	108
B.- ANALISIS BIVARIANTE .....	135
B.1 Según pertenencia al grupo control o intervención .....	135
B2.- Bivariante del FEV <sub>1</sub> Absoluto en relación con otras variables .....	180
B3.- Bivariante del FEV <sub>1</sub> Porcentual en relación con otras variables .....	198
C.- VARIABLE RESULTADO DEL ESTUDIO. VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO EN FUNCIÓN A LA PERTENENCIA AL GRUPO INTERVENCION O AL GRUPO COMPARACIÓN .....	214
D.- ANÁLISIS MULTIVARIANTE .....	220
IV. DISCUSIÓN .....	226
A.- MATERIAL Y MÉTODO .....	227
B.- RESULTADOS .....	234
V. CONCLUSIÓN .....	241
VI. BIBLIOGRAFÍA .....	243

# I. INTRODUCCIÓN

## **A.- DESARROLLO DEL APARATO RESPIRATORIO'**

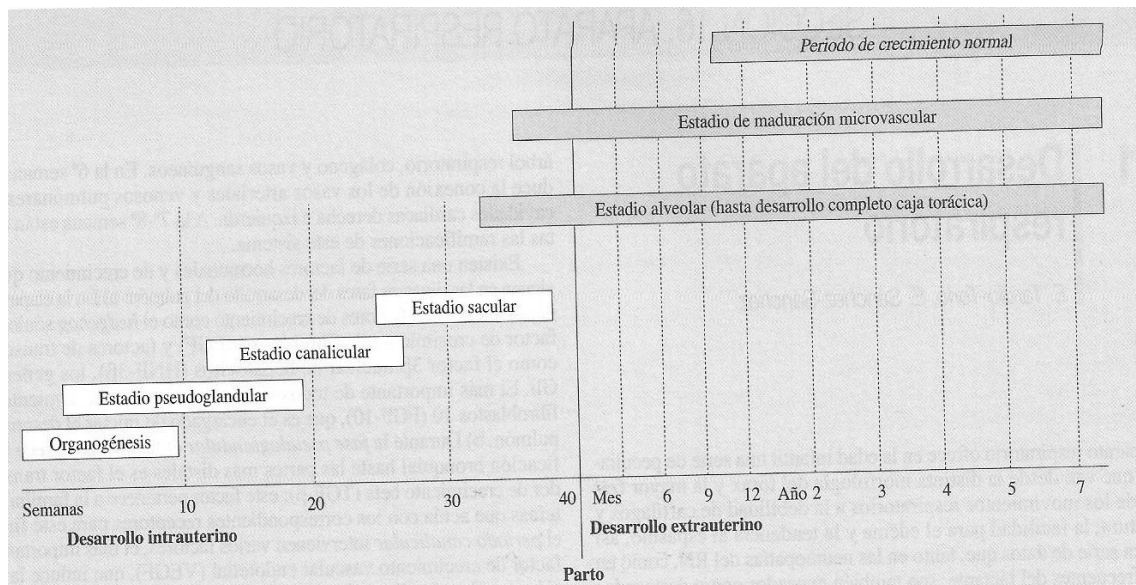
El aparato respiratorio ofrece en la edad infantil una serie de peculiaridades, que van desde la distinta morfología del tórax y la mayor frecuencia de los movimientos respiratorios a la debilidad de cartílagos y musculatura, la facilidad para el edema y la tendencia al espasmo, así como otra serie de datos que, tanto en las neumopatías del RN, como en las más frecuentes del lactante, son también evocados como destacados factores predisponentes y patógenos.

### **EMBRIOLOGÍA DEL SISTEMA RESPIRATORIO**

El desarrollo y crecimiento del pulmón se efectúan en dos fases:

1. *Fase intrauterina.* Se forma el sistema de conducción y se desarrollan las unidades de intercambio gaseoso. Se distinguen, a su vez, dos etapas: 1ª) *embrionaria o de organogénesis*; 2ª) *desarrollo pulmonar fetal*, con los periodos: a) *pseudoglandular*, en el que se originan las vías aéreas; b) *canalicular*, con la maduración de las vías de conducción y desarrollo de las unidades respiratorias terminales; c) *formación de los sacos terminales y alveolares*, continuando el desarrollo de las unidades de intercambio de gases hasta quedar el pulmón en condiciones para efectuar su función normal.
2. *Fase postnatal o alveolar.* El pulmón crece y los alveolos aumentan su superficie hasta la edad de 18-20 años en que alcanzan el volumen y tamaño del adulto.

La mayoría de los órganos se desarrollan entre la 4ª y 8ª semanas después de la fecundación por diferencia de los estratos germinales (figura 1). En esta época también se desarrolla el aparato respiratorio, que a los 22 días es sólo una evaginación del tubo digestivo primitivo procedente del endodermo. A los 26 días de la gestación el primordio experimenta divisiones hasta que acaban en convertirse en tráquea, bronquios, otras vías aéreas conductivas y la unidad de intercambio gaseoso. A medida que el esbozo pulmonar crece se introduce en el tejido parenquimatosos, que es de origen mesodérmico, formando la pleura, tejido subpleural, tabiques interlobares, músculo liso, armazón cartilaginoso del árbol respiratorio, colágeno y vasos sanguíneos. En la 6ª semana se produce la conexión de los vasos arteriales y venosos pulmonares con las cavidades cardíacas derecha e izquierda. A la 7ª-8ª semana están completas las ramificaciones de este sistema.



**Figura 1. Distintos periodos del desarrollo y crecimiento del aparato respiratorio**

Existen una serie de factores hormonales y de crecimiento que intervienen en las diversas fases del desarrollo del pulmón: A) en la *etapa embrionaria*, intervienen factores de crecimiento como el *hedgehog* sónico (Shh), factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) y factores de transcripción como el factor 3 $\beta$  nuclear de hepatocitos (HNF-3 $\beta$ ), los genes Hox y Gli. El más importante de todos ellos es el factor de crecimiento de los fibroblastos 10 (FGF-10), que es el encargado de iniciar el desarrollo del pulmón. B) Durante la *fase pseudoglandular* el factor que induce la ramificación bronquial hasta las partes más distales es el factor transformador de crecimiento beta (TGF- $\beta$ ); este factor pertenece a la familia de proteínas que actúa con los correspondientes receptores para este fin. C) En el *periodo canalicular* intervienen varios factores, el más importante es el factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF), que induce la liberación por el endotelio de la enzima que participa en la síntesis del óxido nítrico. D) En la *etapa sacular* intervienen el factor transformador de crecimiento beta (TGF- $\beta$ ) y el factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1). E) En la etapa alveolar, que se completa en la vida post natal, intervienen el factor A derivado de las plaquetas (PDGF-A) y el factor de transcripción tiropidal 1 TTF-1), involucrado en la diferenciación del neumocito II.

### **CRONOLOGIA DE LAS ANOMALIAS DEL DESARROLLO**

Es difícil establecer una clasificación teniendo en cuenta el momento en el que aparece la alteración del desarrollo y tampoco es fácil basarse en la estructura alterada. A continuación se expone un intento de clasificación, teniendo en cuenta que no existe un aparato estanco (las fases se solapan) y que durante la embriogénesis se

inician el desarrollo de todos los tejidos y órganos que componen el aparato respiratorio.

**Alteración del desarrollo bronquial:** es causada por la interrupción del desarrollo de un bronquio y la continuación del mismo en su parte distal. La falta de comunicación puede ser completa (atresia segmentaria bronquial), o, por el contrario, existir solamente una estenosis del bronquio. Más allá de la zona atrésica el bronquio es quístico y lleno de moco (mucocèle). La estenosis bronquial congénita puede obedecer, tanto a la existencia de una compresión extrínseca, como a una lesión intrínseca, y suele establecerse en periodos avanzados de este tramo.

**Desarrollo deficiente del pulmón:** se produce durante el 26º día del periodo embrionario, cuando se forma el pulmón primitivo. En la agenesia pulmonar no existe desarrollo del árbol bronquial, ni del tejido pulmonar, ni de los vasos pulmonares. En la *aplasia pulmonar* se observa un saco bronquial rudimentario, pero faltan el tejido pulmonar y los vasos correspondientes. La *agenesia y aplasia pulmonares bilaterales* son incompatibles con la vida. La *agenesia* puede ser de un solo pulmón o estar localizada en un lóbulo o una porción menor (segmento); en esta circunstancia es difícil de diagnosticar y no pelagra la función respiratoria. Entre las 22 y 26 semanas pueden surgir alteraciones en el desarrollo del esbozo pulmonar con aparición de brotes adicionales del intestino anterior que sigue un desarrollo independiente del aparato respiratorio principal, convirtiéndose en *pulmones supernumerarios*, *secuestro pulmonar* (si aparece vascularización independiente), o *lóbulo pulmonar ectópico*, dependiendo del momento en que se altera el desarrollo.

**Malformaciones no pulmonares con repercusión en la función respiratoria:** entre los 22 y 24 días se inicia el desarrollo del diafragma y a los 26-28 días el de la pared torácica (hueso y musculo). Las malformaciones diafragmáticas congénitas son consecuencia de un defecto o falta de soldadura de los pliegue pleuroperitoneales. Las hernias diafragmáticas congénitas verdaderas corresponden a un defecto en la embriogénesis y se producen a través de: a) *hiato pleuroperitoneal* (agujero de Bochdaleck) sin saco herniario; b) *la cúpula del diafragma*; c) *agujero de Morgagni*; d) defecto causado por la *ausencia de la mitad izquierda del diafragma*. En estos días de embriogénesis aparecen igualmente las alteraciones de los componentes de la caja torácica, columna vertebral, costillas, esternón y alteraciones musculares.

**Quistes broncogénos y pulmonares:** suelen producirse entre los 26 y 40 días de la vida intrauterina, que es cuando tiene lugar el desarrollo traqueobronquial. Si la noxa actúa al inicio del desarrollo, los quistes se localizan en el mediastino y pueden estar revestidos de mucosa gástrica; si, por el contrario, es tardía, aparecerá en la

periferia. Los quistes de localización periférica suelen ser único, no tienen comunicación bronquial y están cubiertos de epitelio bronquial, glándulas mucosas, con placas de cartílago y fibras elásticas. Nunca tienen en su interior tejido alveolar, porque se separan del bronquio antes de la formación de los alveolos.

**Fistula traqueoesofágica y atresia esofágica:** se considera que esta anomalía resulta de la desviación espontánea del tabique traqueoesofágico en dirección posterior, o de algún factor mecánico que empuja la pared dorsal del intestino hacia delante. Este fallo en el desarrollo del tabique esófago-respiratorio (canal traqueobronquial) se produce en el intervalo que va desde la cuarta a la sexta semanas de desarrollo embrionario. La porción proximal del esófago queda reducida a un bolsón ciego y la parte distal se comunica con la tráquea o está unida por un cordón fibroso. La forma más sencilla es la dehiscencia esofágica.

### ***DESARROLLO PULMONAR FETAL O PRENATAL***

Durante esta fase del desarrollo hasta el momento del nacimiento se establecen tres estadios o periodos de desarrollo:

#### **1) Periodo pseudoglandular**

Abarca desde la 5ª a la 16ª semanas. Durante el mismo se desarrollan los bronquios y bronquiolos no respiratorios; al finalizar la 16ª semana se inician los bronquiolos respiratorios y los acini (cuadro 1). A partir de la 7ª semana se diferencia el músculo liso. Al mismo tiempo van apareciendo las glándulas mucosas y las células caliciformes: en la semana 10ª-12ª de gestación en la tráquea y, con posterioridad, en los bronquios. Algunos autores detectan moco al final de la semana 14. En la misma época aparece el cartílago en la tráquea y, seguidamente, en los bronquios. El epitelio que recubre las vías primitivas del aparato respiratorio es de tipo columnar elevado, adoptando forma cuboidal a medida que se extiende a la periferia. En este periodo se inicia la formación del sistema arterial pulmonar. El primitivo sistema arterial pulmonar tiene crecimiento y ramificación paralela a las dicotomías del árbol bronquial. Al finalizar la semana 16 el pulmón presenta un aspecto lobular y el feto tiene ya desarrolladas por completo las vías aéreas.

**Alteración en el desarrollo vascular:** se inicia en este periodo la conexión de los vasos arteriales y venosos pulmonares con las cavidades cardíacas. Su interferencia dará lugar a la aparición de drenajes pulmonares anómalos.

**Alteración del desarrollo linfático:** la linfangiectasia pulmonar congénita, consecuencia de un desarrollo embrionario irregular del sistema linfático del pulmón, aparece a la 16ª semana. Por causa desconocida se altera su desarrollo mientras continúa el desarrollo normal del pulmón. Puede presentarse en forma de quistes

pequeños de tamaño no superior a 5mm o formando cavidades linfáticas dilatadas a nivel del tejido conectivo sin conexión con vasos o bronquios.

Cuadro 1: **Desarrollo pulmonar fetal de la 5ª a la 16ª semanas (periodo pseudoglandular)**

**Desarrollo del árbol bronquial**

- Laringe
- Tráquea (10-12 semanas)
- Bronquios segmentarios
- Pulmón lobulado (16 semanas)

**Diferenciación del músculo liso**

**Epitelio de recubrimiento**

- Vías altas columnar; vías distales cuboide
- Aparición de cilios
- Glándulas mucosas
- Células caliciformes
- Presencia de moco

**Vascularización**

- Se inicia desarrollo a lo largo del árbol bronquial
- Desarrollo del sistema linfático

**Patología mucociliar:** dentro de este periodo del desarrollo se inician las alteraciones de la mucosa y de los cilios que la recubren, resultando el síndrome del cilio inmóvil y su forma más grave, el síndrome de Kartagener.

**2) Periodo canalicular**

Comprende desde la semana 16 a la 28 del desarrollo fetal (cuadro 2). Durante el mismo se inicia la formación de los sáculos, que están

constituidos por bronquiolos respiratorios, conductos alveolares, alveolos y tejido pulmonar subyacente, elementos que se vascularizan por el desarrollo de los capilares. En esta etapa del desarrollo solo los bronquiolos respiratorios permiten el intercambio de gases. Durante este periodo evoluciona el epitelio que recubre el aparato respiratorio en desarrollo.

Cuadro 2: **Desarrollo pulmonar fetal de la 16ª a la 28ª semanas (periodo canalicular)**

**Desarrollo árbol bronquial**

- Bronquios respiratorios
- Conductos alveolares
- Tejido pulmonar subyacente

**Vascularización por el desarrollo capilar**

**Cambios del epitelio**

- Aplanamiento
- Diferenciación de células:
  - Células I
  - Células II
- Formación de los neumocitos I y II

**Tejido de soporte**

- Cartílago en vías aéreas grandes
- Colágeno en vías medianas
- Fibras elásticas en bronquiolos terminales
- Glándulas submucosas

De las semanas 20-24 ocurre el aplanamiento del epitelio cuboide a nivel del acino y aparece la diferenciación celular en tipo I y II; ambas tienen cuerpos lamelares. Las célula tipo I dan lugar a la futura membrana alveolocapilar. Las de tipo II evolucionan hasta la formación de células secretoras, productoras del factor tensoactivo. En la semana 24 estas células están diferenciadas en

dos tipos: neumocitos I y neumocitos II. Entre las semanas 20 y 22 de este periodo aparece el desarrollo de la circulación pulmonar distal. Ya es posible el intercambio gaseoso, aunque la superficie que se produce no ha terminado su evolución. El tejido de soporte, sostén o conjuntivo, sigue también su desarrollo. A las 24 semanas las glándulas submucosas y el cartílago están presentes hasta las vías aéreas distales.



En las vías aéreas grandes predomina el cartílago; en las medianas, el colágeno, y en los bronquiolos terminales, las fibras elásticas.

**Anomalías de la vascularización:** La *fístula arteriovenosa* indica una conexión intrapulmonar de la vena y la arteria pulmonares sin que haya un lecho capilar entre ambos. En el *retorno venoso anómalo*, se complementan las anomalías de la desembocadura de las venas de retorno al corazón en puntos diferentes a los normales. En el *drenaje anómalo de las venas pulmonares* que, a su vez, puede ser completo o parcial.

**Anomalías de la estructura del órgano y del cartílago:** pueden verse afectadas distintas estructuras, tráquea (traqueomalacia), bronquios (bronquiomalacia), pulmón (enfisema lobar, malformación adenomatoidea quística).

### 3) Periodo sacular o del saco terminal

Entre las semanas 26ª y 36ª del desarrollo fetal predomina la subdivisión de los sáculos (cuadro 3). Son los “sacos terminales”, que dan lugar a la formación de las ultimas porciones de las vías aéreas, constituidas por tres generaciones de conductos alveolares y sus sacos alveolares. Al aumentar los sacos o alveolos, sobreviene el crecimiento de los capilares alveolares y se adelgaza la barrera de separación entre las zonas aérea y sanguínea.

Cuadro 3: **Desarrollo pulmonar fetal de la 26ª a la 36ª semanas (periodo sacular)**

<b>Sáculos terminales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductos alveolares (3 generaciones)</li> <li>• Sacos alveolares</li> </ul>
<b>Desarrollo de los capilares alveolares</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona vascular = endotelio capilar</li> <li>• Zona alveolar = endotelio pulmonar</li> </ul>
<b>Células alveolares</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neumocitos I</li> <li>• Neumocitos II (surfactante)</li> </ul>

En el lado vascular de la barrera hay endotelio capilar y, en el lado pulmonar, epitelio alveolar. Por el interior de los tabiques intersticiales se sitúa el desarrollo de nervios y linfáticos. La mayoría de las células que existen en los alveolos son

neumocitos II, productores del agente tensoactivo (surfactante), tienen forma cuboide y protruyen en la luz alveolar. Estas células pueden convertirse en neumocitos tipo I o dividirse para originar otros neumocitos tipo II. Los neumocitos tipo I son similares a las células del endotelio capilar, están unidos herméticamente con los neumocitos II que aparecen en menor cantidad, pero ocupan mayor extensión de la superficie alveolar (97%), debido a que su citoplasma se debe adelgazar para permitir el intercambio gaseoso. Se cree que los neumocitos I no son capaces de reproducirse, que su génesis está a cargo de los neumocitos tipo II, por haber sido observado en fase de mitosis. En esta fase las zonas de intercambio gaseoso van creciendo, incrementan su superficie, el intersticio cada vez es más delgado y la red capilar, más



compacta. Este aumento prosigue hasta los 18 meses de vida postnatal. Este periodo se conoce como alveolar.

El periodo sacular es de maduración y aparición de los caracteres típicos que definen los alveolos con sus células alveolares, así como las características propias de los capilares alveolares. Cuanto más al principio de desarrollo aparece la alteración, mayor es la lesión y la gravedad de la misma.

### **SURFACTANTE**

Está formado por fosfolípidos y proteínas en proporción relativamente estable. Hay dudas sobre si los carbohidratos también intervienen, aunque en proporciones mínimas. Destacan la lecitina y fosfatidilcolina, pero también forman parte otras lipoproteínas: fosfatidilglicerol (4%), fosfatidiletanolamina (5%), fosfatidilinositol, colesterol, ácidos grasos y glicéridos (12%), proteínas del surfactante (10%), esfingomielina (3%). La proporción principal corresponde por tanto, a dipalmitoilfosfatidilcolina (66%) y los fosfolípidos (78%). Se acumula sobre la superficie del alveolo, disminuye la tensión superficial e impide que se colapse durante la espiración completa. Así como los lípidos del surfactante tienen una acción inmunosupresora, algunas proteínas del surfactante ejercen acción inmunitaria (A, D), estimulando la quimiotaxis y la fagocitosis, además de regular la producción de citocinas.

**Biosíntesis del surfactante:** a las 26-28 semanas se pone en marcha. La cortisona circulante se transforma en cortisol, que estimula los fibroblastos para producir el factor fibroblástico pulmonar, que actúa a nivel de los neumocitos II, aumentando la actividad de la vía de incorporación de la colina y, por tanto, la formación de surfactante. La activación se hace mediante la estimulación de la colina-fosfato-citidiltransferasa, enzima de la vía de la fosfatidilcolina. El surfactante formado se almacena en los cuerpos lamelares o cuerpos de inclusión osmófila de los neumocitos tipo II, siendo posteriormente, liberado al espacio alveolar y de allí al líquido amniótico. También se sintetiza, aunque en menor proporción, en las células de Clara. La administración de corticoides incrementa su producción y favorece la maduración pulmonar.

La presencia de surfactante en el líquido amniótico permite el diagnóstico prenatal de maduración pulmonar mediante: a) relación lecitina/esfingomielina. Cuando es superior a 2 indica madurez pulmonar. Por el contrario, valores inferiores a 1,5 significan inmadurez pulmonar y, por tanto, existe riesgo de membrana hialina; b) fosfatidil-colina. Su valoración está indicada cuando es imposible la determinación anterior (madre diabética). Cifras superiores a 1000 mg/dl corresponden a madurez

pulmonar normal; c) la ausencia de fosfatidilglicerol se asocia a enfermedades de la membrana hialina. La vida media del surfactante en el pulmón oscila entre las 12 y 14 horas, siendo reabsorbido por los macrófagos del alveolo. En su eliminación influye, asimismo, la actividad ciliar normal.

El papel estimulante de los glucocorticoides, tanto para los lípidos como para las apoproteínas del surfactante, es muy conocido y es el fundamento de la prevención neonatal de distrés respiratorio del prematuro, mientras otras hormonas (andrógenos, insulina) y metabolitos (hiperglucemia, acidosis) tienen una influencia negativa. Diferente es la acción de los beta adrenérgicos (aumentan la síntesis de apoproteínas y la secreción de fosfatidilcolina) y de la tiroxina, que incrementan sólo la síntesis de fosfolípidos.

**Déficit y exceso de surfactante:** su ausencia o déficit destaca en la enfermedad de la membrana hialina. La deficiencia puede ser causada por: a) defecto de síntesis secundaria a disfunción o ausencia de neumocitos II; b) inhibición de la síntesis; c) ausencia de precursores; d) rápida metabolización entre 4 horas y 2 días; y e) por inhibición de su acción. En el feto de 32-34 semanas de edad gestacional, en el que los índices de maduración pulmonar indican que no está desarrollada por completo, la administración de corticoides previene la aparición de la enfermedad de la membrana hialina, como se ha indicado. Después del nacimiento es posible la terapia sustitutiva.

La sustancia que llena los alveolos en la proteinosis alveolar está compuesta por lípidos y proteínas. Esta circunstancia hace pensar que la enfermedad es producida por exceso de surfactante consecutiva a disfunción de los neumocitos II y de las células de Clara, pero no se ha comprobado tal relación.

### **REMODELACION POSTNATAL. DESARROLLO DE LA FASE ALVEOLAR**

Se inicia en el momento del nacimiento y dura hasta los 18 o 20 años. Es una fase en la que continúan el desarrollo y el crecimiento de los alveolos y se completa la maduración microvascular. Las ramificaciones bronquiales no sufren ningún cambio: en el periodo pseudoglandular, ya revisado, quedan formadas todas las bifurcaciones, sólo continúa su crecimiento y aumenta la distancia que existe entre el bronquiolo terminal y el saco alveolar.

Con el incremento del número de alveolos, aumenta la superficie alveolar para el intercambio gaseoso. En el momento del nacimiento se considera que la superficie alveolar es aproximadamente de  $3\text{m}^2$ ; a los ocho años ha aumentado hasta los  $30\text{-}32\text{m}^2$  y en el adulto es de  $75\text{-}80\text{m}^2$ . Esta superficie varía según la fase de la respiración: aumenta considerablemente en la inspiración y disminuye con la

expiración. El peso del pulmón pasa desde los 60 gramos en el RN a los 750 gramos del adulto. La capacidad residual funcional aumenta de 80 ml en el RN a 3.000 ml en el adulto. En el periodo neonatal persiste el desarrollo de la ventilación colateral que, en el momento del nacimiento, es mínimo o no ha empezado. Aparecen los poros de Kohn, sin poder precisar el momento de su iniciación, y llegan a tener su máximo desarrollo en el adulto. Los canales de Lambert no aparecen hasta los 7-8 años.

**Condicionantes de desarrollo del pulmón:** El desarrollo del pulmón se efectúa bajo tres condicionantes: 1º el árbol bronquial está desarrollado hacia la 16ª semana de la vida intrauterina. 2º los alveolos se desarrollan después del nacimiento, aumentando el número hasta la edad de los ocho años y el tamaño hasta que se completa el crecimiento de la caja torácica. 3º los vasos preacinarios siguen el desarrollo de las vías aéreas y los intraacinarios, el desarrollo de los alveolos.

### **DESARROLLO FUNCIONAL PULMONAR**

Diversos factores influyen en la etapa del desarrollo intrauterino: a) propios del desarrollo fetal: genéticos, movimientos respiratorios (pueden ser apreciados en la 28ª semana), oligoamnios, líquido pulmonar fetal, capacidad de la caja torácica, desarrollo anómalo del diafragma (hernia diafragmática), atresia laríngea, factores de crecimiento (cuadro 4); b) dependientes del estado de la madre: desnutrición, hipoxia, hipoglucemia, hábitos de la madre (drogadicción, hijos de madre fumadora, abuso de alcohol, etc.). Déficit de hormonas tiroideas. Distrofia miotónica; c) acción de determinadas sustancias: glucocorticoides (disminuyen el crecimiento y, al mismo tiempo, maduran los neumocitos tipo II), hormonas sexuales, insulina. Catecolaminas y prostaglandinas; d) desarrollo anómalo postnatal.

**Cuadro 4: Factores de crecimiento en el desarrollo del aparato respiratorio (Cruz M, Brines J)**

- Factor de crecimiento del endotelio vascular
- Factor estimulante de la formación de granulocitos y monocitos (GM-CSF)\*
- Factores de crecimiento derivados de las plaquetas
- Factores de crecimiento epidérmicos
- Factores de crecimiento de los fibroblastos (FGF)\*\*
- Factor beta-transformante
- Proteínas morfogenéticas del tejido óseo

\*La deficiencia de GM-CSF estaría en la génesis de la proteinosis alveolar.

\*\*En la malformación adenomatoide quística existiría un bloqueo del receptor FGF-R2.

A los trastornos previos se pueden sumar: cifoescoliosis, tetralogía de Fallot, síndrome de Down, radiaciones y procesos crónicos (bronquiolitis), entre otros.

**Inicio de la respiración:** Los movimientos respiratorios prenatales aparecen a partir del séptimo mes de vida intrauterina. Con ellos penetra líquido amniótico en las vías respiratorias, siendo bien tolerado cuando no contiene gérmenes o meconio. Los pulmones, aparte de aspirar líquido amniótico, contribuyen también a su producción;

se calcula que un 1/3 de éste es originado por secreción pulmonar. Los pulmones, durante la vida intrauterina, constituyen un gran depósito de glucógeno sin función respiratoria pero, en cuanto sale a la luz el feto y se liga el cordón umbilical, se distiende el pulmón en pocos minutos, proporcionando al RN todo el oxígeno necesario para su intenso metabolismo. Una serie de estímulos ponen en marcha la función respiratoria: a) el estímulo esencial está constituido por las características de la sangre neonatal al ligar el cordón umbilical: desciende la tensión de oxígeno y aumenta la de carbónico, lo que activa la función de los distintos centros respiratorios; b) reflejos periféricos procedentes de la piel, articulaciones y vísceras; c) la contracción uterina.

**Adaptación circulatoria:** durante la vida fetal la resistencia vascular pulmonar es más elevada que la sistémica. Al nacer tiene lugar la expansión pulmonar y la oxigenación de la sangre, que perfunde los pulmones. Ambos mecanismos reducen la resistencia vascular pulmonar. Las situaciones que aumentan la resistencia vascular pulmonar (hipoxia) o disminuyen la resistencia periférica (hipotensión) motivan la persistencia de la circulación fetal. En condiciones normales la transformación de vaso pulmonar de tipo fetal a tipo adulto se realiza en la primera semana de vida.

**Control neuromuscular:** La acción de los músculos del diafragma, de la caja torácica y del abdomen, es básica para la ventilación. Todo lo que les afecta, sea de tipo anatómico o funcional, lo mismo que en la etapa prenatal o después del nacimiento, alterará la normal ventilación. Igual cabe recordar sobre su inervación espinal. También influye en gran parte la propia musculatura de la vía aérea. Se trata de músculo liso, que recibe diversos estímulos en sus receptores, que le llegan, por ejemplo, por las fibras mielínicas y amielínicas del parasimpático para producir, según los casos, broncodilatación o broncoconstricción. Existen igualmente receptores en la pared de los alveolos y en el epitelio de las vías extrapulmonares, interesando ahora dejar constancia del papel del SNA y de los correspondientes receptores.

**Fisiología respiratoria y hematosis en el recién nacido:** A los pocos minutos de vida, gran parte del líquido pulmonar es reabsorbido, el flujo sanguíneo aumenta 8-10 veces al disminuir el tono arterial pulmonar y se alcanza una capacidad residual funcional adecuada. La adaptabilidad pulmonar específica (distensibilidad pulmonar/volumen pulmonar), equivale a la distensibilidad (compliance) (volumen pulmonar, unidad de presión) y la capacidad vital, aumentan mucho en las primeras horas de vida, llegando a valores proporcionales a los del adulto a las 8-12 horas. El oxígeno es transportado en la sangre químicamente combinado con la hemoglobina y en solución física. El oxígeno captado con estos dos procesos es proporcional a la presión arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ), saturándose por completo a una  $\text{PaO}_2$  de 90-100

mmHg. La cantidad de oxígeno fijada a la hemoglobina depende de la presión parcial y se representa mediante la curva de disociación de dicho gas, que en la sangre fetal esta desplazada hacia la izquierda por lo que, ante cualquier  $\text{PaO}_2$  menor de 100 mmHg, fija más oxígeno que la sangre adulta; este desplazamiento se debe al menor contenido de 2-3-difosfoglicerato.

Cuadro 5: Frecuencia Respiratoria por minuto

Prematuro	40-90
Recién Nacido	30-65
1 año	20-40
2 años	20-30
5 años	20-25
10 años	16-23
15 años	15-20

Aunque esto supone una ventaja al contener una mayor cantidad total de  $\text{O}_2$ , tiene el inconveniente de que se cede menos oxígeno a los tejidos, por lo cual la aparición clínica de la

cianosis tendrá lugar con cifras de  $\text{PaO}_2$  inferiores al niño mayor (32-42 mmHg). Las cifras de  $\text{PaO}_2$  dependen, tanto de la difusión y ventilación pulmonares, como del cortocircuito pulmonar o cardíaco de sangre venosa. De ahí que, si se respira una  $\text{FiO}_2$  (fracción inspirada de  $\text{O}_2$ ) del 100%, mejora la  $\text{PaO}_2$  cuando su alteración es motivada por un trastorno pulmonar, pero no se modifican si es debida a un cortocircuito venoso (prueba de la hiperoxia). La frecuencia respiratoria varía con la edad (cuadro 5).

### RECUERDO ANATOMICO

Los pulmones ocupan la mayor parte de la caja torácica, con forma de semicono, en cuya cara interna está situado el hilio anatómico, por el cual penetran los bronquios, nervios y vasos. Cada pulmón está constituido por varios lóbulos divididos a su vez en segmentos.

**Pulmón derecho:** Comprende el lóbulo superior con tres segmentos: 1) apical, 2) posterior y 3) anterior (en ocasiones puede encontrarse uno externo, inconstante); el lóbulo medio con dos segmentos: 4) externo y 5) interno, y el lóbulo inferior con 5 segmentos: 6) apical, 7) interno, 8) anterior, 9) externo y 10) posterior.

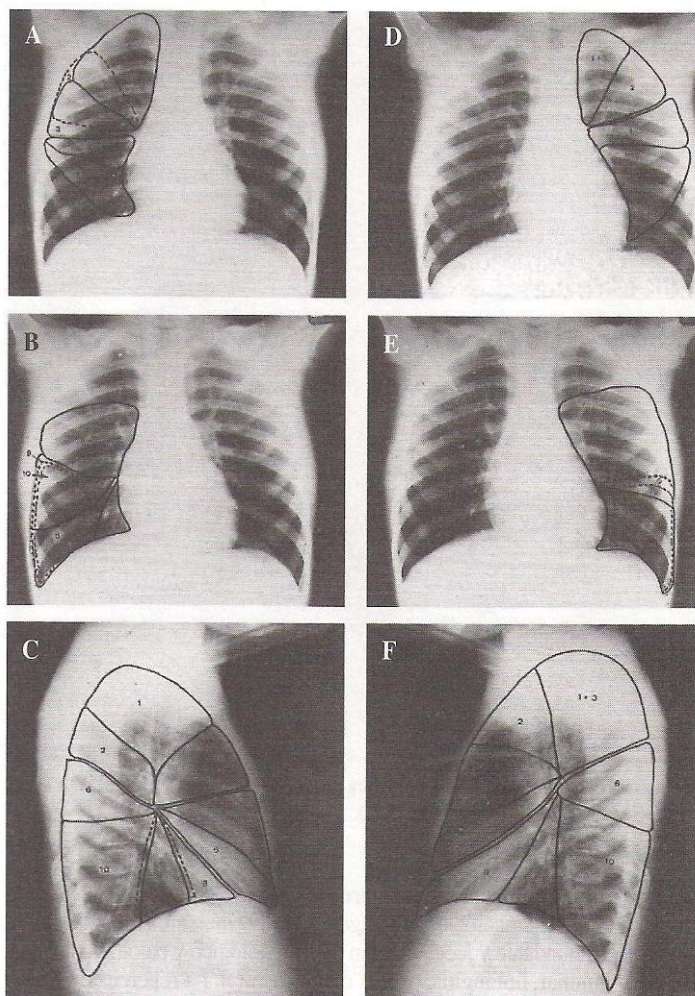
**Pulmón izquierdo:** el lóbulo superior está formado por cinco segmentos agrupados en dos partes, la parte del culmen, que corresponde al lóbulo superior, con tres segmentos: 1) superior, 2) anterior y 3) posterior y lingula (homólogo del lóbulo medio no separado del superior), compuesta por dos segmentos: 4) externo y 5) interno. El lóbulo inferior comprende cinco segmentos: 6) apical, 7) interno, también denominado paracardiaco, 8) anterior, 9) externo y 10) posterior.

La importancia de estas divisiones está centrada en la posibilidad de localizar las alteraciones radiológicamente (figura 2). Cada pulmón, lóbulo y segmento reciben un pedículo broncovascular autónomo que puede ser aislado, ligado y seccionado



quirúrgicamente. La tráquea se divide en bronquio derecho (ángulo de 20-30 grados con la vertical) y el izquierdo (30-50 grados de inclinación). Estas ramas iniciales hasta la bifurcación del bronquio lobar superior reciben el nombre de bronquio principal; en la radiografía de perfil se visualiza como una imagen hiperclara redondeada. A partir de la bifurcación del lóbulo superior y hasta el inferior reciben el nombre de bronquio intermediario o tronco común. Los bronquios lobares de ramificación de los lóbulos y los bronquios de los segmentos se denominan segmentarios (figura 3).

**Figura 2**



Localización de los diferentes lóbulos y segmentos pulmonares. *Pulmón derecho.* A) Lóbulos superior y medio. B) Lóbulo inferior. C) Proyección lateral. 1) Segmento posterior. 3) Segmento anterior. 4) Segmento interno lóbulo medio. 5) Segmento externo lóbulo medio. 6) Segmento apical inferior. 7) Segmento paracardiaco. 8) Segmento basal anterior. 9) Segmento basal lateral. 10) Segmento basal posterior. *Pulmón izquierdo.* D) Lóbulo superior. E) Lóbulo inferior. F) Proyección lateral. 1) Segmento apical. 2) Segmento anterior. 3) Segmento superior. 4) Segmento superior de la llingula. 5) Segmento inferior de la llingula. 6) Segmento apical inferior. 7) Segmento medial basal. 8) Segmento anterior basal. 9) Segmento lateral basal. 10) Segmento posterior basal.

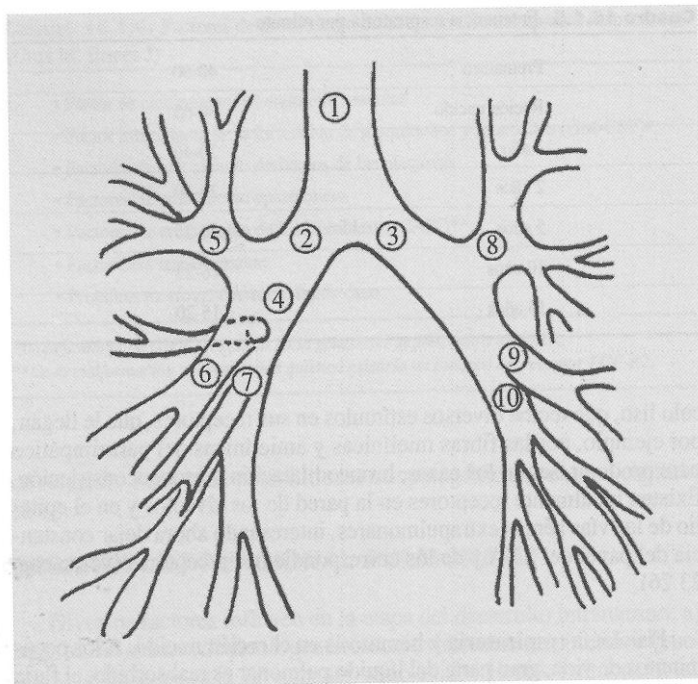
**Arterias pulmonares:** Tienen una distribución semejante a la de los bronquios. La derecha es más larga y voluminosa que la izquierda; en la radiografía anteroposterior se visualiza en forma de “coma” desplegada de la sombra cardiaca en mayor o menor grado. Las venas pulmonares tienen menor relieve que las arterias y convergen directamente hacia las aurículas.

**Sistema linfático:** En estado normal no tiene repercusión radiológica, aparte de su participación en la imagen hilar normal; sin embargo, la red linfática es abundante y juega un papel fisiológico y patológico (depuración pulmonar, linfangitis, estasis cardiaca, etc.). La

repercusión radiológica se establece en los casos patológicos, principalmente a nivel de los ganglios, pudiéndose afectar los siguiente grupos: paratraqueales, derechos e izquierdos, localizados a los lados de la tráquea; grupos intertraqueobronquiales o

carinales en la parte inferior de la división de la tráquea; los interbronquiales, situados a nivel de los bronquios principales y en la bifurcación de los mismos; otros grupos de situación subpleural no tienen importancia ni transcendencia patológica. El drenaje linfático es homolateral, con la excepción del lóbulo inferior izquierdo, que drena en el lado derecho.

**Figura 3**



División bronquial: 1) tráquea; 2) bronquio derecho; 3) bronquio principal izquierdo; 4) bronquio intermedio; 5) bronquio del lóbulo superior derecho; 6) bronquio del lóbulo medio; 7) bronquio del lóbulo inferior derecho; 8) bronquio del lóbulo superior izquierdo; 9) bronquio de la lingula; 10) bronquio del lóbulo inferior izquierdo.

**Zonas pulmonares:** Se pueden distinguir tres: a) zona de conducción: se extiende desde las vías aéreas superiores a los bronquiolos. El aire circula por ella debido a la mecánica respiratoria; b) zona de intercambio o respiratoria: formada por los alveolos, en donde los gases se intercambian con los de la sangre. Alveolos y capilares están estrechamente adosados y su misión es la de favorecer la respiración; c) zona de transición: establece

la comunicación entre las anteriores, está mal definida y se caracteriza por la presencia de zonas de conducción y alveolares. En ellas tienen lugar tres funciones: 1) respiratoria o hematosis, con una etapa de función ventilatoria (ventilación respiratoria), otra función de intercambio (difusión) y una tercera de transporte (hemodinámica); 2) función metabólica; y 3) función defensiva del propio órgano, que tiene relación con cierta patología respiratoria.

**Pleura:** se observa patología pleural en un 2-4% de la hospitalización pediátrica siendo, en general, secundaria a otros procesos de vecindad, sobre todo neumonías. Su gravedad depende habitualmente del trastorno respiratorio y, ocasionalmente, del circulatorio, causado por grandes derrames y neumotórax a tensión; esta gravedad suele ser mayor en RN y lactantes por su escasa reserva funcional respiratoria y por la elasticidad de su mediastino que facilita la compresión y el desplazamiento de los grandes vasos. A estos trastornos se suman frecuentemente los efectos perjudiciales de una infección en la propia cavidad pleural o en el tejido

pulmonar subyacente. En las dos últimas décadas, con la elevación del nivel de vida y el empleo de antibióticos y quimioterápicos ha disminuido considerablemente en nuestro medio el número de estas afecciones, especialmente las de origen tuberculoso y algo menos las neumocócicas, que son las más frecuentes; los derrames por el H. Influenzae tipo b han desaparecido prácticamente con el empleo de la vacunación específica. Sin embargo, en la última década se observa un repunte de la frecuencia de empiemas. La tasa de neumotórax se mantiene sin apenas cambios y continúa centrándose en el RN. Los empiemas del lactante y niño pequeño pueden ocasionar la muerte lo que acontece entre el 5-10% de casos. Las pleuresías purulentas y algunas serofibrinosas, tratadas incorrectamente, pueden evolucionar hacia la organización de una paquipleuritis y fibrotórax con la consiguiente restricción anatómica y funcional, lo que contrasta con los excelentes resultados de una asistencia adecuada.

Generalidades morfológicas y funcionales de la pleura: la pleura ofrece una estructura mesotelial que en cada hemitórax recubre el pulmón, el mediastino, el diafragma y la porción correspondiente de la caja torácica. Está integrada por dos hojas en contacto íntimo: la pleura visceral, que recubre las superficies externa e intralobar de los pulmones, y la pleura parietal, que recubre la superficie interna de la caja torácica (pleura costal), el mediastino (pleura mediastínica) y la superficie superior del diafragma (pleura diafragmática). Entre ambas hojas se sitúa un espacio virtual, el espacio pleural, separado por el mediastino de su homónimo heterolateral. Este espacio contiene habitualmente unos 0,1-0,2 ml/kg de líquido transparente y alcalino cuya función es lubricar el desplazamiento pleural durante la excursión respiratoria. Cada hoja pleural está constituida por una capa de células mesoteliales planas de diverso tamaño con ocasionales hendiduras intercelulares. Las células mesoteliales presentan microvilli que, por lo común, son más abundantes en la hoja visceral que en la parietal, se acumulan predominantemente en las porciones inferiores de la pleura visceral y en las anteroinferiores de la pleura mediastínica; esta particularidad histológica amplía la superficie celular facilitando todas las actividades de la membrana, especialmente los procesos de transporte. Diversos agentes pueden provocar el desprendimiento de las células mesoteliales en la cavidad pleural y su posible transformación ulterior en macrófagos.

La vascularización arterial de la pleura parietal procede de las arterias intercostales y mamaria interna; la de la visceral, principalmente de las arterias bronquiales y en menor proporción de la circulación pulmonar. El drenaje venoso se efectúa en la circulación sistémica y asume un 90% del líquido pleural y, el restante 10% lo absorben los vasos linfáticos. Los vasos linfáticos de la pleura parietal, sus lagunas y los estomas, se consideran el principal mecanismo de eliminación de



partículas del espacio pleural (proteínas, bacterias, hematíes, células, etc.). La pleura visceral drena en los ganglios linfáticos mediastínicos, bien por la superficie del pulmón o a través del mismo, uniendo a los vasos linfáticos bronquiales; la pleura visceral carece de estoma y los vasos linfáticos discurren separados del mesotelio por una capa de tejido conjuntivo, lo que explica el nulo papel de esta hoja en la extracción de partículas del interior del espacio pleural.

La pleura costal y la diafragmática poseen receptores del dolor. Los estímulos procedentes de la pleura costal y de la zona periférica de la diafragmática son transportados por los nervios intercostales y el dolor es referido al área torácica adyacente; los estímulos procedentes de la zona central de la pleura diafragmática son vehiculados por el nervio frénico y el dolor es referido al hombro del mismo lado. La pleura visceral carece de receptores del dolor; por lo tanto, el dolor pleural tiene su origen en la pleura parietal.

En condiciones fisiológicas el espacio pleural mantiene una presión hidrostática negativa media de unos  $-5\text{cmH}_2\text{O}$  ( $-6\text{cmH}_2\text{O}$  en la inspiración y  $-2\text{cmH}_2\text{O}$  en la espiración). En bipedestación, la negatividad es mayor en los vértices que en las bases del tórax ( $0,20\text{ cmH}_2\text{O}$  por cm de altura) a consecuencia del peso del pulmón y de otras estructuras intratorácicas. La presión intrapleural puede hacerse positiva con la tos o mediante la maniobra de valsalva. La negatividad de la presión intrapleural explica la rápida entrada de aire en este espacio (neumotórax) cuando se fragua una comunicación con el exterior a través de la caja torácica o de los pulmones.

En contacto entre ambas hojas pleurales es íntimo y se efectúa mediante una película líquida interpuesta; el volumen total de este líquido no alcanza  $10\text{mL}$  y es indetectable clínica y radiológicamente. El líquido pleural normal constituye un trasudado resultante de un proceso de filtración y de absorción a nivel de las hojas pleurales. La filtración acontece en la zona arterial de los capilares. Este líquido pleural fisiológico es claro y transparente; contiene una escasa cantidad de proteínas, alrededor  $1,5\text{ g/dL}$ , principalmente albúmina; su pH es alcalino, respecto a la sangre, debido a un aumento de la concentración de bicarbonato; su contenido en células es escaso, predominando las mononucleadas, las mesoteliales, los linfocitos y los macrófagos. Existen diversas circunstancias patológicas que pueden ocasionar acumulo de líquido en el espacio pleural (derrame pleural).

**Cuadro 6: Clasificación de las enfermedades de la pleura**

**Formas simples**

- Pleuritis seca
- Derrame pleural
  - Trasudado
  - Exudado:
    - Pleuritis serofibrinosa
    - Pleuritis purulenta (empiema)
  - Derrame hemático (hemotórax)
  - Derrame linfático (quilotórax)
- Neumotórax

**Formas mixtas**

- Pionemotórax
- Hemoneumotórax, etc.

**Secuelas**

- Adherencias pleurales
- Paquipleuritis
- Calcificaciones
- Fibrotórax

Clasificación: la mayoría de las afecciones pleurales en la infancia son secundarias a procesos subyacentes, generalmente de carácter infeccioso y localización pulmonar. La capacidad reactiva de la pleura frente a diversas noxas es limitada, por lo que, independientemente de su etiología, los elementos primarios para el diagnóstico de existencia

de enfermedad pleural los constituyen la clínica, la radiología o la ultrasonografía. Con su ayuda cabe distinguir las posibilidades nosológicas expuestas (cuadro 6).

## **MECANISMOS DEFENSIVOS**

El pulmón está expuesto de manera singular al ambiente, ya que cada 24 horas se ponen en relación 2500 litros de aire con una media de 100 m<sup>2</sup> de superficie pulmonar. Tal agresión requiere que sus sistemas defensivos sean numerosos, complejos y activos. Las partículas inhaladas deben ser depuradas, para que no interfieran en la función respiratoria: en medio urbano se calcula 0,2 ml por día. En la depuración interviene tres factores: 1) tamaño de la partícula: cuanto mayor sea menos penetrará, depositándose en la pared por impactación o sedimentación, de donde será eliminada por la cadena mucociliar o por fagocitosis. Las partículas que llegan a los alveolos permanecen animadas por el movimiento browniano hasta ser expulsada por la espiración normal o forzada (golpes de tos); 2) concisiones anatómicas: las acodaduras de 90° (nasofaríngea) y las bifurcaciones bronquiales favorecen la impactación; 3) eliminación de las partículas: a nivel de la traquea y los bronquios se efectúa por medio de la cadena mucociliar y las condiciones reológicas que intervienen en la depuración, así como el estornudo, la tos y la broncoconstricción, como factores defensivos mecánicos.

En los alveolos y conductos respiratorios se suma la fagocitosis, a cargo de los macrófagos, que son normalmente eliminados a nivel del bronquiolo terminal, si bien algunos pueden penetrar en el sistema linfático. El macrófago es capaz de secretar sustancias que inducen y regulan la inflamación, destruir gérmenes y lesionar el tejido alveolar. El macrófago alveolar produce cierto número de metabolitos del ácido araquidónico, como diversas prostaglandinas, tromboxano, leucotrienos e interleuquinas. Cuando ambos sistemas fallan o son desbordados, las partículas

penetran directamente en el tejido conjuntivo y, posteriormente, en el linfático desde donde serán transportadas a los ganglios linfáticos. La actividad defensiva propia del pulmón esta realizada, principalmente, por los macrófagos alveolares y sustancias presentes en el moco: lactoferrina, fibronectina, alfa-1-antitripsina, interferón, inmunoglobulinas, lisozima, complemento, etc. Si fracasan estos mecanismos se ponen en funcionamiento la reacción granulomatosa que envuelve y encapsula las partículas nocivas. Las defensas inmunológicas humoral y la celular intervienen cuando son superadas las barreras defensivas de superficie. La fibronectina, producida por diversas células, ejerce un mecanismo protector al impedir la adherencia bacteriana. La lactoferrina tiene actividad bacteriostática al combinarse con el hierro, impidiendo que sea asequible a las bacterias, función semejante a la efectuada por la transferrina en el plasma. La alfa-1-antitripsina inactiva diversas enzimas que participan en la reacción antiinflamatorias (proteasas, colagenasas, elastasas, etc.); su ausencia se asocia a destrucción alveolar (enfisema), un proceso excepcional en los primeros años de vida, aunque se ha asociado a bronquitis obstructivas.

## **B.- MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES<sup>3</sup>**

En la edad pediátrica desempeña un papel muy importante las alteraciones estructurales congénitas presididas por las malformaciones. La ecografía prenatal permite el diagnóstico de algunas, como la hipoplasia pulmonar, los quistes, la malformación adenomatoidea quística o el secuestro pulmonar, lo mismo que las diafragmáticas (hernia, eventración diafragmática).

### ***MALFORMACIONES POR DEFECTO***

Dentro del grupo de las malformaciones mayores del aparato respiratorio se incluyen, unas por defecto, como agenesia, aplasia o hipoplasia (cuadro 7) y otras por exceso, en especial el secuestro pulmonar. En la agenesia pulmonar hay ausencia completa de bronquios, tejido pulmonar y vasos. Aplasia indica falta de tejido pulmonar y vasos, pero existe un esbozo bronquial.

En la hipoplasia hay anomalía del desarrollo del árbol bronquial y el tejido pulmonar existe en cantidad variable.

#### **Agenesia y aplasia pulmonar**

Ambos trastornos se distinguen por la ausencia o presencia del esbozo bronquial. La bilateralidad es excepcional e incompatible con la vida. Predominan en el

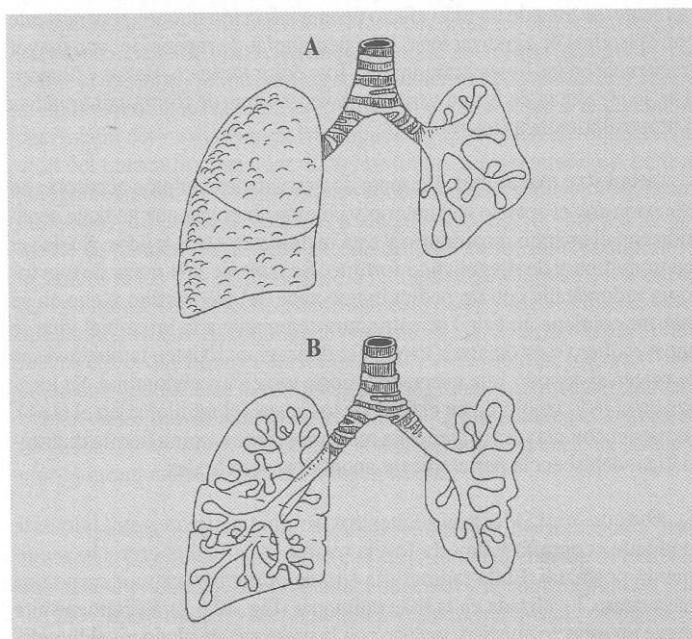
lado izquierdo (figura 4) y es mayor la incidencia en el varón. Es constante la ausencia de la arteria pulmonar, de los plexos nerviosos (simpático, parasimpático) y de la pleura parietal. La morfología traqueal se altera, tanto por el número, como por la morfología de los anillos cartilaginosos. El pulmón opuesto es hiperplásico,

**Cuadro 7: Clasificación de las malformaciones del aparato respiratorio**

<b>Por defecto o malformaciones mayores</b>
• Agenesia. Aplasia. Hipoplasia
<b>Por exceso</b>
• Anomalías de las cisuras
- Lóbulos supernumerarios (pulmón es espejo, lóbulo paracardiaco, lóbulo medio izquierdo)
- Falsas cisuras (lóbulo ácigos)
• Secuestros (intralobar y extralobar)
<b>De las estructuras orgánicas</b>
• Tráquea
- Traqueomalacia. Anomalías cartilaginosas
- Fístula traqueoesofágica
• Bronquios
- Broncomalacia. Anomalías de anillos cartilaginosos
- Atresia segmentaria bronquial. Fístula broncobiliar
- Enfisema lobar. Bronquiectasias congénitas
• Pulmón
- Quistes. Malformación adenomatoidea quística
• Vasculares
- Fístula arteriovenosa
- Síndrome de la cimitarra
• Linfáticas
- Linfangiectasias pulmonares
<b>Malformaciones de la caja torácica</b>

compensador y, en ocasiones, anormal en su lobulación. Si no existen otras malformaciones suele ser bien tolerada y diagnosticada a raíz de un cuadro de infecciones pulmonares de repetición. Existe una serie de malformaciones asociadas que ensombrecen el pronóstico. Puede descubrirse en una exploración rutinaria, en un proceso de infección aguda o bien por un cuadro de disnea moderada e intermitente más acusada al esfuerzo. La morfología torácica es normal en el RN pero, en el niño mayor, el hemitórax afecto esta reducido de volumen. En caso de

infección se añadirá tos y, a veces, expectoración. A la exploración se puede comprobar una disminución en la amplitud inspiratoria, escoliosis, matidez a la percusión del hemitórax afecto y abolición del murmullo vesicular. Radiológicamente se aprecia desplazamiento del mediastino, corazón y grandes vasos hacia el hemitórax afecto con disminución de los espacios intercostales y elevación del diafragma. El lado sano aparece distendido; la práctica de RM confirmara el diagnostico y establecerá la diferenciación entre aplasia y agenesia. La ausencia o hipoplasia de la arteria pulmonar del lado afecto se evidencia por angiorresonancia o TC con contraste. El pronóstico depende de la edad de inicio de la sintomatología, la localización de la afección, las malformaciones asociadas y la existencia de sobreinfección o lesiones en el lado opuesto.



Esquema de hipoplasia (A) y aplasia (B) pulmonares.  
Predominan en pulmón izquierdo; y en la hipoplasia (B), el pulmón contralateral es de mayor tamaño.

**Figura 4**

### **Agenesia y aplasia lobares:**

son menos frecuente y pueden pasar inadvertidas o ser erróneamente calificadas como hipoplasia. Se asocian a anomalías bronquiales. El diagnóstico de imagen suele ser confirmatorio. El tratamiento quirúrgico es solamente recomendable en caso de vascularización anómala o por infecciones repetidas de las zonas malformadas.

### **Hipoplasia pulmonar**

Corresponde a una reducción del tejido pulmonar con disminución del número de ramificaciones bronquiales o a una diferenciación insuficiente del parénquima pulmonar. El pulmón es pequeño, pero los bronquios principales están básicamente conservados (figura 4). Se presenta aislada o asociada a otros defectos, como disgenesia renal, o anomalías cardiovasculares. Su manifestación clínica corresponde a infecciones pulmonares de repetición. La hernia diafragmática congénita puede impedir el desarrollo pulmonar y condicionar la aparición de hipoplasia que condiciona la clínica y el pronóstico de esta malformación.

#### *Tipos de hipoplasia global:*

- a.- Sin malformaciones parenquimatosas, donde existe disminución en el número de divisiones bronquiales, sin alteración histológica importante.
- b.- Quística, con ausencia de estructura alveolar y anomalías del desarrollo en el sistema bronquial que condicionan la existencia de quistes y bronquiectasias.

*Hipoplasias parciales:* también pueden ser puras (sin modificación parenquimatosa) o quísticas. En ocasiones van asociadas con otras malformaciones; así, la hipoplasia del pulmón derecho suele formar parte del “síndrome de la cimitarra” y del “síndrome de Potter”: agenesia renal, fascies peculiar, implantación auricular baja, junto con otros síntomas.

## **MALFORMACIONES POR EXCESO**

**Anomalías de las cisuras:** carecen de importancia y repercusión patológica.

Acostumbran a ser de 4 tipos:

- a.- Variaciones de cisuras normales.
- b.- Cisuras que diferencian territorios pulmonares aéreos correspondientes a bronquios ectópicos.
- c.- Cisuras suplementarias limitando territorios parenquimatosos autónomos, aislados por tejido conjuntivo.
- d.- Falsas cisuras caracterizadas por una depresión en surco, producida por la impronta de un vaso y tapizada por 4 hojas, 2 parietales y 2 viscerales. Esta modalidad corresponde a la cisura o lóbulo ácidos.

**Pulmón en espejo:** es una anomalía excepcional, que puede aparecer en los dos lados. El llamado tipo derecho presenta dos lóbulos en el lado derecho. En el tipo izquierdo, el pulmón presenta dos cisuras y, por lo tanto, tres lóbulos. Puede ir asociado con anomalías esplénicas y cardíacas, como el síndrome de Ivemark.

### **Secuestro pulmonar**

Presenta la triada anatómica “anomalía vascular, bronquial y parenquimatosa”. Se trata de un territorio pulmonar aislado, sin sus conexiones normales; no tiene comunicación con el sistema bronquial, ni con la circulación pulmonar. Está irrigado por una o varias arterias sistémicas procedente de la aorta. Existen rasgos de árbol bronquial, pero sin relación con la vía bronquial normal. El secuestro extralobar está situado fuera del tejido pulmonar. El secuestro intralobar es más frecuente y está constituido en el interior de un lóbulo o segmento y, por tanto, localizado dentro de los límites de la pleura visceral. El drenaje venoso se hace a la circulación general (shunt izquierda-derecha).

*Secuestro intralobar:* es una malformación relativamente frecuente, hallándose en el 1,8% de las piezas de resección pulmonar. Se descubre casualmente por examen radiológico o por manifestación de algunas de sus complicaciones, como la infección o la hemorragia. En el 50% de los casos se manifiesta en las dos primeras décadas de la vida y, con mayor frecuencia, a nivel del segmento posterobasal del lóbulo inferior. Generalmente, se trata de un niño afecto de una infección pulmonar persistente con episodios de agudización o bien neumonías de repetición, con mayor frecuencia en las bases pulmonares. Tos, dolor torácico, fiebre y hemoptisis se



presentan de forma variable. A veces cursa de forma asintomática o monosintomática (tos rebelde).

*Secuestro extralobar:* presenta dos variedades: pulmón accesorio en conexión con el aparato respiratorio y pulmón aberrante que no tiene conexión con el aparato respiratorio y está incluido en otros tejidos. Suele ser asintomático y de diagnóstico fortuito. Se trata de una masa de morfología redondeada con un pedículo que nace del mediastino y que en su interior contiene un canal de estructura semejante a la bronquial, que se une a esófago o estómago a través del diafragma. Existen también vasos de origen sistémico, que nacen de la aorta torácica o abdominal. Se localiza en el lado izquierdo en el 90% de los casos (el intralobar en el 60%). Se asocia con mayor frecuencia a malformaciones, como hernia diafragmática, dehiscencia pericárdica y anomalías vertebrales.

#### Diagnóstico:

Muchos secuestros se diagnostican prenatalmente mediante ecografía y de esta forma resulta más fácil el correcto seguimiento postnatal. En la radiografía simple pulmonar parece como una masa densa, localizada en la base pulmonar. Si contiene aire ofrece un aspecto quístico, incluso con la presencia de algún nivel líquido. La práctica de una TC contraste puede evidenciar el vaso aberrante. Con la broncoscopia y broncografía no se obtienen datos de valor, el contraste no penetra en las zonas de secuestro, salvo en las raras ocasiones en que hay una comunicación con el árbol bronquial por infecciones previas. La angiorresonancia permite establecer el diagnóstico exacto, conocimiento que es de gran ayuda para el momento operatorio. La vascularización anómala del secuestro se visualiza bien con eco-doppler, ya que permite ver la arteria aberrante.

#### Tratamiento:

Para la cirugía debe recordarse la gran variabilidad de la vascularización aberrante que puede existir. Aunque la arteria anómala no se visualice, la ausencia de irrigación de la zona sospechosa debe ser siempre considerada como signo de probabilidad. Es preferible extirpar la mayoría de casos, lo que es posible vía toracoscópica, incluso los asintomáticos, para evitar complicaciones tales como la infección de la zona o la repercusión cardíaca en casos de shunt amplio, si bien se han detectado a pacientes en los que el secuestro ha disminuido y es bien tolerado.

### **ANOMALIAS DE LAS ESTRUCTURAS ORGANICAS**

Pueden verse implicadas diversas estructuras: tráquea, bronquios, pulmón, vasos y linfáticos.

## **Traqueomalacia**

Se trata de una debilidad anatómico-funcional de la pared bronquial o traqueal, por lo que se usa también el término de disquinesia o disfunción traqueobronquial. No es más que una exageración de un fenómeno fisiológico, perturbando con ello la ventilación y la eficacia del reflejo de la tos, ya que con la espiración forzada o la tos el calibre traqueal puede disminuir en un 50%. La disquinesia traqueal puede definirse como una disminución del calibre espiratorio superior a la mitad de su calibre inicial, lo que produce el colapso brusco antes de finalizar la espiración, adoptando la luz traqueal una morfología “cuarto de luna”. En estas condiciones, el niño emite un ruido anormal o estridor. Puede ser secundaria a alteraciones funcionales o bien por displasia cartilaginosa. En ocasiones se tratará de anomalías vecinas o secuelas de procesos quirúrgicos regionales. En la mitad de los casos se inicia la sintomatología durante el periodo de la 16ª a la 28ª semanas de vida intrauterinas. En el 50% restante aparecen entre los 2 y 12 meses, generalmente, con ocasión de una infección respiratoria común. El estridor casi siempre es espiratorio, rara vez se aprecia en ambos tiempos de la respiración y, excepcionalmente, en la inspiración. Suele existir tos rebelde y a veces crisis de cianosis durante las comidas, atribuibles a la compresión traqueal por el bolo alimenticio. Secundariamente aparecen manifestaciones broncopulmonares e incluso episodios de bronquitis disneizante.

*Diagnostico:* la alteración traqueal puede ponerse en evidencia practicando radiografías en inspiración y espiración, así como las alteraciones secundarias pulmonares variables según el grado de las complicaciones infecciosas. Para establecer el diagnostico diferencial puede ser necesaria la broncoscopia.

*Evolución:* es favorable en el curso del primer año de vida, pero rara vez existen casos desfavorables que cursan con crisis de apnea graves. El pronóstico está en función de las anomalías asociadas y de la propia intensidad del defecto anatómico.

*Tratamiento:* se basa en la fisioterapia respiratoria, profilaxis de las infecciones respiratorias y precauciones durante las comidas. Es similar al del estridor laríngeo congénito. En ocasiones puede ser necesaria la instrumentación quirúrgica, bien efectuando una pexia traqueal, bien con la colocación endoprótesis a nivel traqueal, mediante broncoscopio.

## **Broncomalacia**

Corresponde a variables alteraciones anatómicas de la pared bronquial, congénitas, adquiridas o bien por retraso en la maduración del cartílago. Existe un colapso excesivo de las paredes bronquiales en la espiración (en los primeros



momentos), en la que el bronquio se aplana de forma transversal, en lugar de cerrarse en forma concéntrica. Un trastorno similar se puede producir por compresión extrínseca (adenopatías, vasos anómalos, etc.), o bien por obstáculos localizados en la propia luz bronquial (granulomas, tumores, cuerpo extraño).

*Sintomatología:* se manifiesta clínicamente por tos espasmódica, crisis de bronquitis obstructiva e infecciones respiratorias frecuentes. Radiológicamente se observan trastornos de la ventilación y refuerzo de la trama bronquial, aunque en ocasiones la radiología es completamente normal. Complicación frecuente son las bronquiectasias y la consiguiente sobreinfección de las mismas. En el RN puede obligar a la instauración de ventilación asistida.

*Pronóstico y tratamiento:* son básicamente superponibles a lo indicado antes para la traqueomalacia. La corticoterapia no está indicada más que en casos de intensa inflamación objetivada por la broncoscopia.

### **Atresia, estenosis y fístula traqueobronquial**

La agenesia traqueal es compatible con la vida. La estenosis traqueal congénita puede afectar desde dos segmentos hasta toda su longitud. El desarrollo de las técnicas quirúrgicas reconstructoras laringotraqueales permite que estos enfermos puedan ser decanulados y aumenten su supervivencia.

*Atresia bronquial:* es una solución de continuidad de un bronquio; la forma más frecuente es la que afecta a un segmento bronquial (agenesia bronquial segmentaria). La extremidad proximal es un saco ciego, sin comunicación con el territorio pulmonar correspondiente. Más allá de la zona atrésica, el bronquio es quístico y lleno de moco. El pulmón es hipoplásico. La localización más frecuente es en el lóbulo superior izquierdo, preferentemente afectando al segmento apicodorsal. Es de origen congénito, por un trastorno en el desarrollo embriológico entre la cuarta y sexta semanas. Los bronquios distales a la atresia y el parénquima alveolar son normales; paulatinamente el aire penetra en el segmento excluido por los segmentos vecinos, ventilados normalmente, ocasionando la retención progresiva de aire con la consiguiente distensión alveolar. El drenaje de la secreción mucosa bronquial no puede suceder, por lo que existe una retención de secreciones. En el examen radiológico aparece una imagen radiodensa (mucocoele) dentro de la hiperclaridad pulmonar. Se infectan con frecuencia. TC o RM definen anatómicamente la atresia.

*Estenosis bronquial:* cuando es congénita, puede obedecer, tanto a la existencia de una compresión extrínseca, como a una lesión intrínseca. La existencia de una anomalía extrínseca de la pared bronquial es excepcional: puede tratarse de un diafragma que ocluye un bronquio principal. La posibilidad de una compresión

extrínseca es mucho más frecuente y, en general, es de origen vascular. La presentación de estenosis bronquial sin causa extrínseca presupone una alteración de base en el soporte cartilaginoso: anillos cartilagosos incompletos, malformación de los mismos o la secuela de un cuadro inflamatorio local prolongado. La estenosis provoca la aparición de infecciones repetidas del tracto respiratorio, con la aparición de bronquiectasias y trastornos de la función respiratoria, confirmándose por broncoscopia y broncografía. Tratamiento: es quirúrgico.

*Fístula traqueobronquial:* es consecuencia de un fallo en el desarrollo del tabique esófago-respiratorio (canal traqueobronquial) dentro del intervalo que va desde la cuarta a la sexta semanas de desarrollo embrionario. Presenta distintas formas cuyas manifestaciones clínicas obedecen principalmente a la aspiración de material alimentario extraño en el interior del árbol bronquial. La atresia esofágica, asociada o no a fístula, provoca de manera típica la presentación de neumonías, atelectasias o ambos procesos. La neumonía aspirativa es más grave a nivel de los segmentos apical y posterior del lóbulo superior derecho, y del segmento superior del lóbulo inferior derecho.

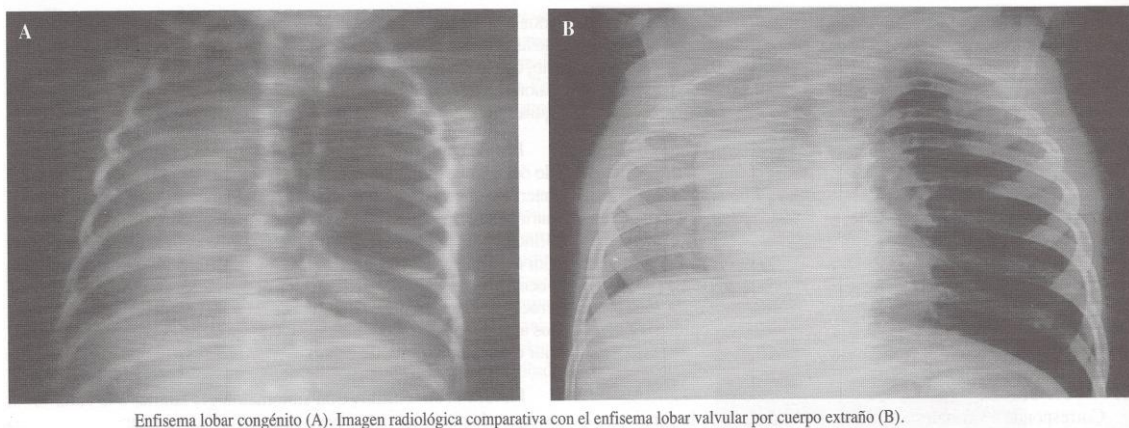
*Fístula broncobiliar:* con sintomatología similar a la fístula traqueobronquial, la endoscopia confirma esta grave y rara anomalía, que requiere tratamiento quirúrgico.

### **Enfisema lobar congénito**

Es una de las causas de trastorno respiratorio en los primeros meses de vida, cuya importancia radica en su frecuente gravedad.

*Etiopatogenia:* el origen de los trastornos es el enfisema obstructivo existente en un lóbulo pulmonar, que actúa perturbando también en los lóbulos sanos, ya que la enorme expansión del primero dificulta la expansión de los segundos, así como la circulación venosa de retorno y la función cardíaca. Este trastorno no depende de ninguna de las variadas neumopatías, infecciosas o no, conocidas en el RN, no se puede demostrar aspiración. Infección, cuerpo extraño, etc, ni siquiera la broncoscopia ha evidenciado estenosis orgánica o tumoral. Aparentemente, no existe un factor causal evidente, aunque se admite que segmentos cartilagosos bronquiales anómalos se aplastan en la espiración, efectuando un mecanismo de válvula, de modo que el aire consigue penetrar en la inspiración, pero no salir en la espiración, quedando acumulado en el lóbulo correspondiente, cuya tensión aumenta progresivamente. En algunos casos se puede admitir un mecanismo parecido puesto en marcha por un vaso anómalo, pliegues de mucosa o un tapón mucoso. Asociada a esta alteración pueden existir anomalías del tejido elástico del pulmón, aunque no haya sido demostrada una deficiencia franca del mismo.

**Sintomatología:** se trata de RN (a veces lactantes pequeños) que presentan un cuadro de insuficiencia respiratoria grave, con taquipnea y cianosis; la exploración muestra signos indudables de insuflación y atrapamiento aéreo en un hemitórax inmóvil, hipersonoridad a la percusión, desviación del mediastino hacia el lado opuesto y, por auscultación, disminución del murmullo vesicular. Estos síntomas son orientadores, pero no patognomónicos; a veces hay signos sobreañadidos (sobre todo en la auscultación), dificultando aun más el diagnostico, que es función inicialmente de la radiografía. Solo ha sido descrito en los lóbulos superiores de ambos lados y en el lóbulo medio (zona de hiperclaridad), con estructura pulmonar conservada, ensanchamiento de los espacios intercostales, aplanamiento del diafragma, desviación del mediastino hacia el lado menos claro, con hernia a través del mediastino anterior, triángulo basal como consecuencia de la compresión de los lóbulos adyacentes, y disminución de los movimientos respiratorios (a radioscopia) en el lado afecto (figura 5). Al inicio, si la obstrucción no permite el drenaje de las secreciones bronquiales, se aprecia imagen densa.



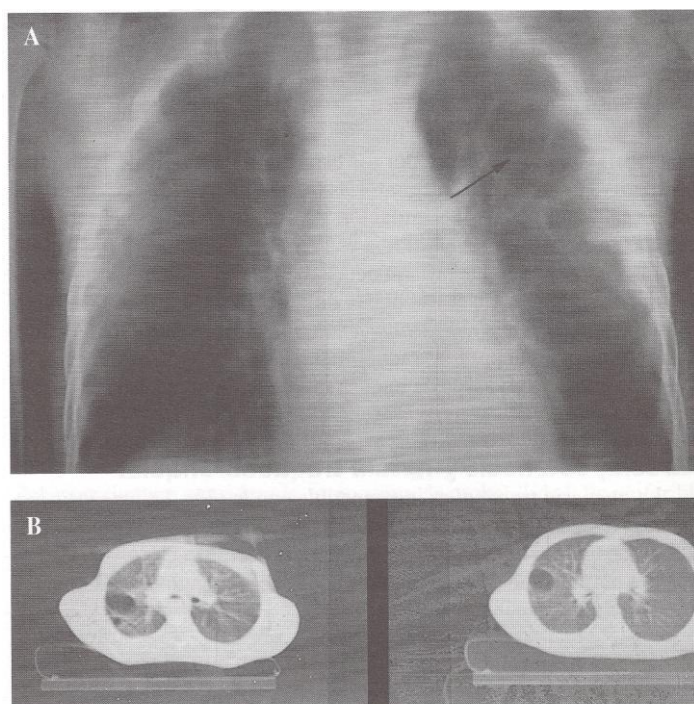
**Figura 5**

**Diagnóstico:** es fácil con los datos reseñados (hiperaireación de un hemitórax, broncoscopia negativa); el diagnostico diferencial se establece con el neumotórax, quiste pulmonar congénito y adquirido, pulmón poliquístico, malformación adenomatoidea quística, enfisema compensador, enfisema obstructivo adquirido.

**Tratamiento:** la lobectomía del lóbulo afecto es la solución en la mayoría de los casos. En algunos enfisemas secundarios a procesos inflamatorios intrabronquiales, sobre todo en prematuros intubados, el tratamiento médico (corticoides, antibióticos, fisioterapia) puede conseguir una evolución favorable.

## Quistes pulmonares

**Etiopatogenia:** Los quistes congénitos de pulmón son muy raros y pueden producir cuadro de dificultad respiratoria en el RN. Se trata de formaciones con una pared especial, que les limita o separa del parénquima pulmonar. Pueden contener líquido y aire, o los dos elementos, y a veces están en comunicación con el árbol bronquial. Pueden ser solitarios (uniloculados o multiloculados) y múltiples, incluyendo la malformación adenomatoide quística y las formaciones quísticas adquiridas: neumatocelos postinfecciosos, síndrome de Mikity-Wilson y displasia broncopulmonar. También se han dividido los congénitos, según contengan en el recubrimiento interno células broncogénicas, alveolares o celularidad mixta. En la pared del quiste puede observarse al microscopio la presencia de cartílago o músculo liso y, ocasionalmente, tejido fibroso. Las células de revestimiento son, generalmente, de tipo cuboide o aplanado, pudiendo no presentar cilios. **Figura 6**



Quiste aéreo pulmonar: A) Tomografía convencional. B) Tomografía computarizada.

**Sintomatología:** Suele ser proporcional a la intensidad del atrapamiento de aire en el interior del quiste o quistes. Con la presencia de un solo quiste, si crece rápidamente se presentará una clínica de dificultad respiratoria grave, que colocará en situación crítica al niño. Los quistes menores, con poco atrapamiento aéreo y progresión lenta, suelen manifestarse con una clínica insidiosa. No es frecuente que un quiste se infecte durante el

periodo neonatal, pero ocurre a menudo en otros periodos de la infancia. Los signos clínicos del RN con un gran quiste congénito son bastante similares a las manifestaciones clínicas de enfisema lobar congénito. Los ruidos respiratorios están disminuidos. Se aprecia timpanismo a la percusión. Los tonos cardiacos están apagados. El quiste pulmonar no se suele asociar a otras anomalías.

**Diagnóstico:** el prenatal se efectúa con la ecografía abdominal para control de la gestación. Con esta misma técnica se debe seguir su evolución, incluso en el periodo postnatal. La imagen radiológica del quiste pulmonar es una hiperclaridad de

morfología ovalada o redonda, que provoca compresión de los lóbulos no afectados y desviación del corazón al hemitórax contrario. Puede objetivarse la presencia de una fina y delgada pared. La presencia de tabiques sugiere el tipo multilobar del quiste solitario. La existencia de un nivel hidroaéreo indica la infección del quiste. La TC perfecciona el diagnóstico (figura 6).

*Tratamiento:* resección quirúrgica el lóbulo afectado, si es posible por toracoscopia, exceptuando los casos que, por control ecográfico postnatal, se detecte la reducción o desaparición. Como procedimiento de emergencia puede ser útil el drenaje del quiste mientras se prepara la intervención.

### **Malformación adenomatoidea quística**

Se considera como una variable de la enfermedad quística congénita, consecutiva a un trastorno del desarrollo embrionario, cuya alteración afecta a bronquiolos y espacios alveolares, adoptando el tejido pulmonar de la zona un aspecto quístico-adenomatoso. Sigue en frecuencia al enfisema lobar.

*Anatomía patológica:* pueden distinguirse tres tipos:

- 1.- dentro de la masa del tejido anómalo existen múltiples quistes a tensión de tamaño superior a los 2 cm de diámetro, tapizados por tejido cuboide o columnar, sin restos intercalados de tejido pulmonar normal;
- 2.- quistes de diverso tamaño, pero más reducidos que los del tipo 1 y entre los cuales existen alveolos normales, así como quistes todavía sin insuflar;
- 3.- masa sólida bien limitada en relación al parénquima vecino y compuesto por malformación adenomatoidea quística o estructura bronquial revestida por epitelio. El crecimiento de la masa durante la vida intrauterina puede provocar hipoplasia del parénquima vecino, por lo que se han efectuado algunos intentos de exéresis quirúrgica de la masa adenomatoidea durante la vida fetal.

*Manifestaciones clínicas:* se suelen iniciar en el momento del nacimiento, aunque pueden presentarse con posterioridad dentro del primer año de vida, y se conocen casos no manifestados clínicamente hasta la edad adulta con motivo de sobreinfecciones del proceso o descubiertos durante una revisión. Los signos clínicos iniciales corresponden a un distrés respiratorio progresivo que se intensifica a medida que va insuflándose la zona malformada. También puede ser detectada con la ecografía que controla la gestación.

*Diagnóstico:* la exploración radiológica descubre una zona distendida, a tensión e hiperclara, que puede persistir durante mucho tiempo o, por el contrario, presentar signos de insuflación con desviación del mediastino y colapso pulmonar periférico, semejante a la imagen del enfisema lobar congénito. La TC permite visualizar los



quistes. El tipo 3 se manifiesta radiológicamente como una masa densa homogénea. No presenta una localización preferente, asentando igual en vértices que en bases. El diagnóstico diferencial se efectuará con enfisema lobar congénito, enfermedad quística congénita y hernia de Bochdalek.

*Tratamiento:* será quirúrgico y la urgencia estará condicionada por el grado de distrés, como en el enfisema lobar congénito. Los casos diagnosticados prenatalmente deben ser controlados y posponerse su tratamiento hasta después del nacimiento. En algunos casos provocan hidrops fetal, que condiciona la muerte del feto. La cirugía fetal en alguno de estos casos extremos se ha demostrado eficaz.

### **Malformaciones vasculares**

*Fístula arteriovenosa pulmonar:* existe una conexión intrapulmonar directa entre la vena y la arteria pulmonares sin un lecho capilar entre ambas. A pesar de ser una alteración de naturaleza congénita, no siempre se diagnostica precozmente. Debe hacerse diagnóstico diferencial con cardiopatías congénitas.

*Síndrome de la cimitarra:* anomalía congénita compleja, a la alteración vascular (drenaje venoso del pulmón derecho a la vena cava inferior), se suman hipoplasia pulmonar y dextroposición cardíaca. Se describe como alteración aislada pulmonar o asociada a otras malformaciones pulmonares (secuestro pulmonar, alteración de la lobulación pulmonar, bronquios accesorios), cardíacas (comunicación interauricular e interventricular, persistencia del conducto arterioso, estenosis pulmonar) y otras de diversa localización, como hernias, hemivértebras, alteraciones renales o diafragmáticas. Clínica: Consiste en manifestaciones respiratorias recidivantes, junto a las propias de la cardiopatía asociada y a la del grado de hipoplasia pulmonar. Diagnóstico: la radiografía de tórax en posición anteroposterior suele facilitarlo; sombra paralela al perfil derecho del corazón que semeja una espada turca o cimitarra, de donde proviene su nombre. En casos dudosos la TC permite visualizar anomalías bronquiales asociadas. La angiorresonancia es fundamental para descubrir otras alteraciones del retorno venoso, su grado y la posible asociación de anomalías cardiovasculares. Tratamiento: la intervención quirúrgica estará en relación con la clínica (infecciones pulmonares recidivantes) y las anomalías asociadas.

*Linfangiectasia pulmonar congénita:* es debida a un desarrollo embrionario anómalo del sistema linfático del pulmón que, por causa desconocida, altera su evolución alrededor del la 16ª semana de gestación, en tanto que el resto del parénquima pulmonar sigue su desarrollo normal. Otra teoría sitúa la lesión en los colectores linfáticos mediastínicos y del sistema venoso braquiocefálico. Suele presentarse en dos formas:

1.- microquística, con amplia diseminación de las lesiones y cavidades quísticas de tamaño no superior a 5mm de diámetro, intercomunicadas entre sí por una red linfática subpleural dilatada.

2.- forma no quística, aunque existen numerosas cavidades linfáticas dilatadas a nivel del tejido conectivo, generalmente, vacías (a veces contienen una sustancia acidófila. Hematíes y linfocitos) y sin comunicación con vasos o bronquios.

Sintomatología: aparece en el momento del nacimiento o poco tiempo después: dificultad respiratoria con polipnea, cianosis progresiva y posible crisis de apnea, que conducen al exitus en muchos casos durante los primeros días de vida. En la mitad de los pacientes se trata de una lesión aislada, pero puede asociarse a otras malformaciones (labio leporino, cardiopatía congénita) y linfangiectasias en otros órganos. La exploración del aparato respiratorio es anodina y la auscultación cardiaca negativa, si no existe malformación asociada. Diagnóstico: radiológicamente aparece una imagen reticulonodular bilateral, correspondiente a los linfáticos pulmonares dilatados y quísticos. Ocasionalmente predomina un patrón radiológico de enfisema pulmonar. Las infecciones respiratorias complican el cuadro de los pacientes, con difícil supervivencia pasado el periodo neonatal. Tratamiento: se aplicarán medidas sintomáticas, igual que para paliar las complicaciones.

*Bronquiectasias congénitas:* constituyen un proceso respiratorio crónico, caracterizado por dilataciones de los bronquios, acompañadas de alteraciones de su pared, que condicionan fenómenos inflamatorios y retención de secreciones. Ha perdido gran parte de su protagonismo hasta ser hoy día, en nuestro medio, una rara enfermedad si se descarta fibrosis quística. Este cambio ha sido debido a la disminución de las bronquiectasias adquiridas, al ceder sus causas principales, así como por los progresos en diagnóstico, profilaxis y tratamiento. Esta situación, para algunos, ha llegado a producir desde hace una década una “enfermedad huérfana”.

*Etiología:* se pueden considerar los grupos indicados en el siguiente esquema.

*Tipos de bronquiectasias:* según la morfología hay bronquiectasias cilíndricas, sacciformes y varicosas. Las bronquiectasias cilíndricas se producen a lo largo de un bronquio en el curso de un segmento pulmonar determinado, por lo que no suelen sobrepasar las dimensiones de un lóbulo pulmonar. No tienen una terminación ciega, sino que se comunican con estructuras bronquiales más distales. En estas alteraciones los bronquios no disminuyen su diámetro a medida que se ramifican hacia la periferia. Con frecuencia se observa infiltración celular de la pared. Son formas que, con un tratamiento adecuado y persistente, regresan. En las sacciformes toma la dilatación bronquial el aspecto de un pequeño saco redondeado entre el tamaño de un garbanzo y una nuez. No suelen comunicarse con el parénquima. No son reversibles a

pesar de un tratamiento adecuado. En la bronquiectasia varicosa los estrechamientos localizados producen una irregularidad de su contorno. En cuanto a la localización, hay que saber que afectan a bronquios de tercer a octavo grados, o sea, de tipo cartilaginoso, pero no las ramificaciones inferiores (más de 25 subdivisiones). Según la distribución las bronquiectasias pueden ser localizadas, cuando sólo ocupan un segmento pulmonar o un lóbulo, y diseminadas cuando las hay en varios lóbulos. En relación con la evolución se pueden considerar dos tipos:

<b>Posibles factores etiopatogénicos de bronquiectasias</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alfa-1-antitripsina (déficit)</li> <li>• Asociadas a patología de esófago (acalasia, estenosis, fístula traqueoesofágica, RGE)</li> <li>• Bronquiectasias familiares (Cockayne, Torgersen)</li> <li>• Cardiopatías congénitas</li> <li>• Síndrome de uñas amarillas (linfedema, pleuritis)</li> <li>• Dilatación traqueobronquial congénita (megatráquea, traqueobroncomegalia, Mounier-Kuhn)</li> <li>• Fragilidad cartilaginosa bronquial (William-Campbell)</li> <li>• Fibrosis quística (mucoviscidosis)*</li> <li>• Hipoplasia pulmonar</li> <li>• Inmunodeficiencias</li> <li>• Malformaciones costales y vertebrales (Yurpin-Lemoine, agenesia costal)</li> <li>• Pulmón poliquístico</li> <li>• Secuela de neumopatías diversas: asma, aspergilosis, atelectasia prolongada, cuerpos extraños aspirados, disautonomía familiar, discinesia ciliar, fibrosis pulmonar, micosis, neumonías, neumopatías por enfermedades sistémicas, SIDA, tuberculosis</li> </ul>	
<i>*Causa más frecuente de bronquiectasias difusas</i>	

1.- Bronquiectasias reversibles: son las situadas en una fase patogénica precoz, faltando una verdadera lesión de la pared bronquial. Cuando se han realizado TC seriadas, después de tratamientos adecuados, se ha conseguido evidenciar la desaparición de toda la sintomatología y, en especial, la dilatación clínica de los bronquios.

2.-Bronquiectasias irreversibles: con clínica plenamente establecida, lesiones histológicas destructivas de la pared bronquial e imágenes broncográficas persistentes, sobre todo si son sacciformes.

El término “pseudobronquiectasias” se reserva para casos de dilatación cilíndrica transitoria de los bronquios (tos ferina, asma).

*Clínica:* la forma de comienzo más frecuente son catarros de repetición, hasta que aparece el cuadro típico con expectoración. A veces la sintomatología pasa desapercibida por encontrarse en primer plano la infección causante, como la fibrosis quística. Los síntomas primordiales son referidos ya en la anamnesis: la tos es húmeda, blanda, con expectoración de predominio matutino. Se acompaña, a menudo, de ruidos en el pecho. Puede ser seca al principio, sobre todo en los casos dependientes de mucoviscidosis. La expectoración es un dato siempre valioso:

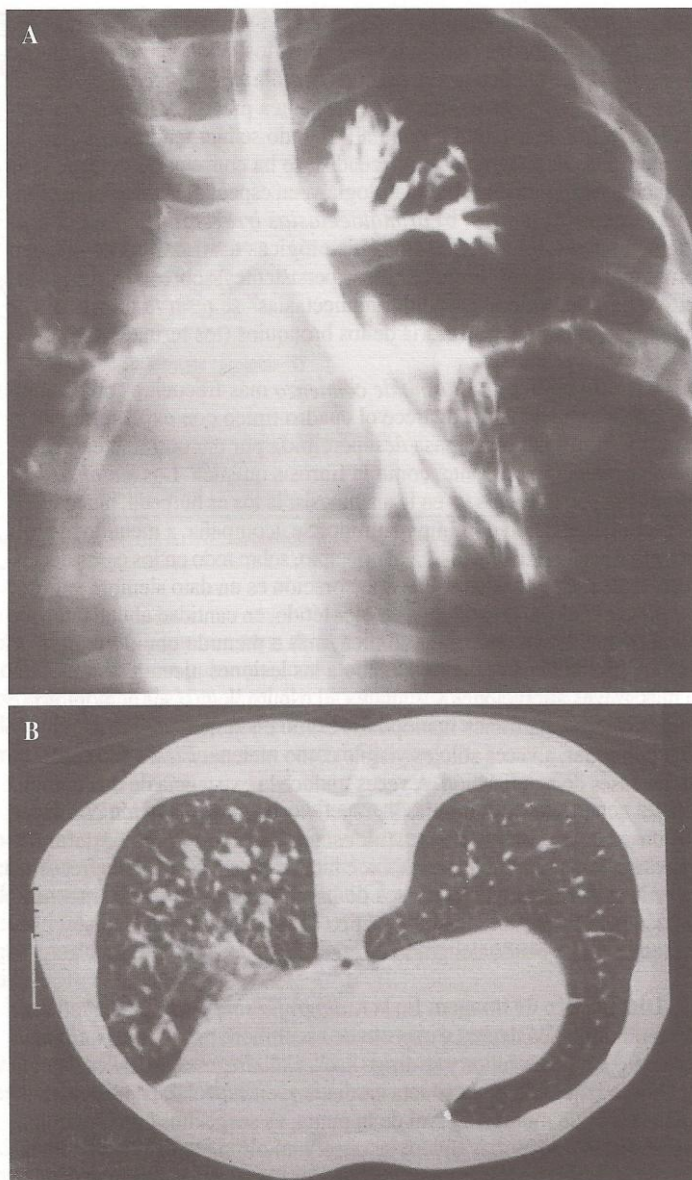


purulenta verdosa, amarillenta, olor fétido, en cantidad abundante, que a veces aparece en forma de vómica, más a menudo como vómitos de aspecto mucoso y purulento. Debido a las lesiones ulcerativas mucosas o más graves alteraciones vasculares, el esputo llega a ser hemoptoico e incluso surge una franca hemoptisis. Como en la hemosiderosis idiopática pulmonar, a veces sólo es visible como melena. Fiebre sólo aparece en las fases de agudización. A veces traduce la existencia de una complicación neumónica (neumonías de repetición). La exploración clínica en los casos avanzados suele mostrar escaso desarrollo pondoestatural y fascies abotargada, con ligero edema, e incluso cianosis labial. Es frecuente la fetidez en el aliento. En procesos de larga duración se puede encontrar hipocratismo digital. El examen clínico de tórax evidencia distintas alteraciones dependiendo del grado de afectación.

*Diagnóstico:* En la radiografía simple se aprecia refuerzo de la trama, hilios densos y aspecto de escobillón, más o menos triangular, que parte de los hilios y se dirige hacia el diafragma. El desflecamiento del borde izquierdo de la silueta cardiaca y, en especial, la existencia de una especie de muesca a nivel de la punta, es sospechosa de bronquiectasias. En los casos más típicos se observará el “signo del carril”, líneas paralelas por engrosamiento de las paredes bronquiales que se extienden hacia la periferia. La TC del tórax es la única prueba no invasiva que permite hoy el diagnóstico temprano y de certeza de las bronquiectasias. Con técnicas de exploración especiales (alta resolución, grosos de los cortes de 5mm e intervalo entre los cortes 7mm), se considera apta para reemplazar a la broncografía en los casos tributarios de cirugía. En el corte transversal, la imagen de la TC tiene aspecto de círculo de paredes gruesas y un nódulo pegado (vaso) que recuerda a la de una sortija (signo de la sortija); el “signo del carril” se observa igual que en la radiografía, pero incluso en formas incipientes. Es también típica la “imagen en panal” o en “racimo de uvas”, producida por múltiples imágenes redondeadas superpuestas al refuerzo de la trama bronquial. La exploración isotópica del pulmón en fases de ventilación y perfusión puede completar o sustituir la TC: la ausencia de anomalías gammagráficas pulmonares es signo de ausencia de bronquiectasias. Por la técnica de perfusión se observan territorios hipoperfundidos y por los métodos de ventilación se observan zonas hipoventiladas y con retención del isótopo en la región pulmonar afectada de bronquiectasia durante el periodo de lavado. La broncografía, como técnica más sensible, limita sus indicaciones para determinar la topografía y morfología de las bronquiectasias posteriormente (figura 7). La fibrobroncoscopia permite aclarar algunas condiciones etiológicas (cuerpo extraño, granuloma bronquial, compresión externa), y permite la obtención de muestras de secreción bronquial para el estudio

microbiológico. Cuando no sea posible, se obtendrá por cepillado bronquial o por catéter telescopado. De la muestra obtenida se practicará cultivo y estudio celular diferencial. Conviene practicar siempre una radiografía de senos paranasales, que ofrece datos valiosos, por ejemplo, en FQ y síndrome de Young: sinusitis, bronquiectasias, azoospermia.

**Figura 7**



Bronquiectasias. A) Imagen en la broncografía clásica.  
B) Detección temprana mediante tomografía computarizada.

*Laboratorio:* el hemograma muestra leucocitosis importante, con polinucleosis y anemia ferropénica y, en formas muy extensas y avanzadas poliglobulia compensadora del trastorno de la hematosi. Es esputo, aparte los datos ya conocidos, presentará microorganismos diversos (Streptococcus pneumoniae, Branhamella catarrhalis, Pseudomonas aeruginosa, Haemophilus influenzae, etc.). En casos de fibrosis quística se asocia en especial Pseudomonas. La prueba tuberculina debe ser practicada sistemáticamente. Se practicarán los análisis oportunos para aclarar la etiología.

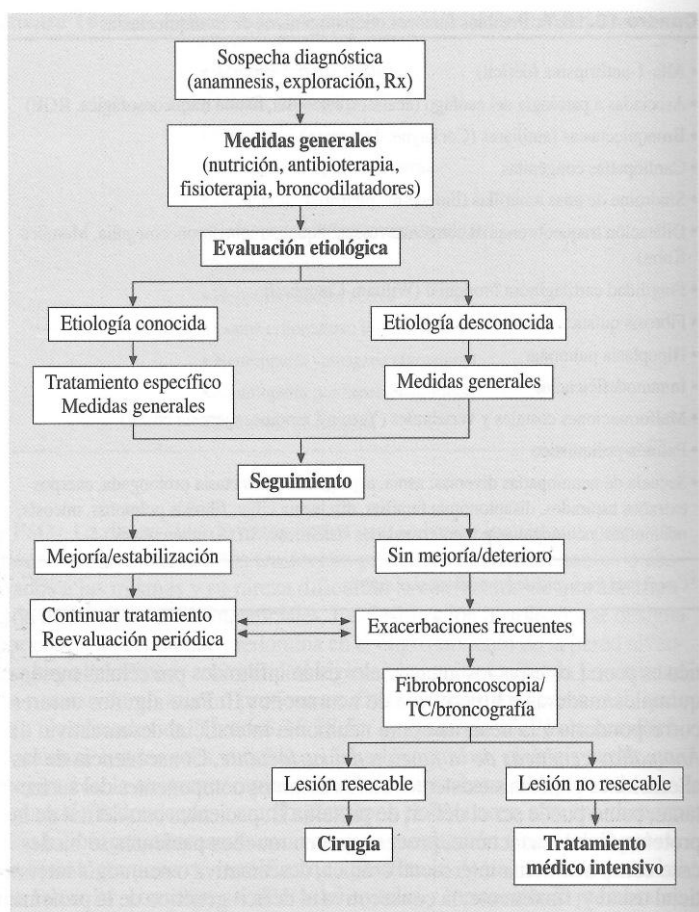
*Evolución y pronóstico:* las bronquiectasias evolucionan como una

enfermedad crónica, grave y progresiva pero, bajo una terapéutica adecuada y precoz, son curables muchos casos o, al menos, detener su evolución, si la etiología lo permite.

*Tratamiento:* el etiológico se realizará siempre que sea posible demostrar la causa de las bronquiectasias (tuberculosis, cuerpo extraño, focos sinusales, nasofaríngeos) (figura 8). La antibioterapia es la base de la terapéutica médica con

vistas a eliminar los focos infecciosos de las vías aéreas respiratorias superiores y los episodios de agudización.

**Figura 8**



Algoritmo diagnóstico-terapéutico en las bronquiectasias.

La administración de antibióticos de forma continua tiene utilidad en las formas iniciales sin grandes lesiones bronquiales. La terapéutica antimicrobiana inhalada es eficaz y da buenos resultados, siendo utilizada sistemáticamente en las agudizaciones de la enfermedad. Actualmente no se poseen estudios determinantes de su eficacia, lo contrario puede decirse en los casos de FQ. Tratamiento postural: es fundamental al facilitar el drenaje bronquial, evitando el riesgo de sobreinfección y la alteración

de la función respiratoria. En casos graves el drenaje se debe efectuar de forma directa por broncoaspiración con broncoscopio. Tiene la ventaja de hacerse una aspiración selectiva de las cavernas bronquiectásicas y además instilar, al final de la aspiración, antibióticos, medida considerada de utilidad antes de la intervención quirúrgica. Fisioterapia: con percusión y vibraciones facilitará el drenaje de las secreciones, pero se debe hacer con cautela. La gimnasia respiratoria orientada a una reeducación funcional respiratoria es útil en el niño que colabora: evita deformidades, fortalece la caja torácica, favorece la maduración broncopulmonar y coadyuva a la eliminación de las secreciones. Corticoterapia: es una medida controvertida, pero puede estar indicada cuando existan trastornos de la ventilación (síndrome del lóbulo medio), niños con reacción de hipersensibilidad (asma) y en las formas iniciales de compresión bronquial. Climatoterapia e hidroterapia: siguen teniendo algún interés, ya que estos pacientes mejoran en un clima de altura media, seco y cálido, si es posible asociado a hidroterapia, sobre todo de tipo sulfuroso o arsenical. Inmunoterapia: se deberán vacunar los pacientes contra todas las enfermedades que tengan un tropismo

especia hacia el pulmón (sarampión, gripe, tos ferina). La gammaglobulina solo estará indicada si existe una inmunodeficiencia tratable por este medio. Broncodilatadores: mejoran a veces el drenaje de las secreciones, lo mismo que los mucolíticos y fluidificantes.

Intervención quirúrgica: está indicada en los casos muy localizados de sintomatología intensa, hemoptisis, síndrome de falta de medro e infecciones respiratorias bajas no controlables medicamente. Es imprescindible un tratamiento médico previo y correcto. Se practican métodos de exéresis: neumectomía, lobectomía, segmentectomía y resecciones asimétricas, según los hallazgos de las exploraciones (broncoscopia, TC). El trasplante pulmonar o cardiopulmonar está indicado en formas difusas e irreversibles.

### ***MALFORMACIONES DE LA CAJA TORACICA<sup>4</sup>***

Cuando se estudian las malformaciones congénitas del aparato respiratorio se suele hacer referencia a los órganos respiratorios intratorácicos; sin embargo, es importante incluir las que afectan a las paredes del tórax por su repercusión sobre la mecánica ventilatoria. Pueden afectarse las diferentes estructuras de esta mal llamada jaula torácica: osteocartilaginosas, musculares, de la placa motora, del sistema nervioso o por mecanismos etiopatogénicos inciertos.

La caja torácica puede comprometer su función de bomba, responsable de una buena ventilación y oxigenación pulmonar, cuando reduce su movilización por alteración de la estructura ósea. Al limitar la expansión pulmonar se establece un patrón ventilatorio restrictivo, caracterizado por disminución de la capacidad vital (CV) y pequeño volumen pulmonar en reposo, sin aumento de la resistencia de las vías aéreas. (Cuadro 8).

### **Escoliosis**

La causa más frecuente, de entre las esqueléticas, es la curvatura lateral anómala de la columna vertebral y viene definida por el grado de angulación, su localización y número de curvaturas. La cifoescoliosis es una deformación ósea del tórax en la que la columna presenta desviaciones hacia atrás (cifosis) y en sentido lateral (escoliosis). La forma más frecuente de escoliosis es la idiopática: infantil, juvenil y del adolescente. Menos frecuentes son la congénita y la neuromuscular.

Las alteraciones respiratorias pueden iniciarse por disnea de esfuerzo; la respiración tiende a ser rápida y superficial.



Cuadro 8: Principales malformaciones de la pared torácica y enfermedades neuromusculares que afectan al tracto respiratorio

Malformaciones de la pared torácica	Más adelante se
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escoliosis</li> <li>• Displasia torácica asfixiante</li> <li>• Displasia tanatofórica</li> <li>• Acondroplasia</li> <li>• Displasia condroectodérmica</li> <li>• Pectus excavatum</li> </ul>	instaura hipoxemia (debida a la desigualdad en la relación ventilación-perfusión) y,
Enfermedades neuromusculares	eventualmente,
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrofia muscular progresiva (enfermedad de Werdnig-Hoffmann)</li> <li>• Síndrome de Guillain-Barré</li> <li>• Ataxia de Friedreich</li> <li>• Poliomielitis</li> <li>• Neuropatías metabólicas o tóxicas</li> <li>• Miastenia gravis</li> <li>• Botulismo</li> <li>• Distrofia muscular progresiva de Duchenne</li> <li>• Distrofia miotónica (Steinert)</li> <li>• Otras miopatías: congénitas, inflamatorias, metabólicas</li> <li>• Parálisis diafragmática</li> </ul>	sobrevienen la retención de anhídrico carbónico y cor pulmonare. Se presentan neumonías de repetición, atelectasias e incluso

puede desarrollarse insuficiencia respiratoria crónica. La alteración en la función pulmonar es directamente proporcional al grado de deformidad. A partir de los 50-60° provoca disfunción y es causa de insuficiencia cuando la angulación es superior a 90°. Las pruebas de función respiratoria (PFR) muestran reducción en todos los volúmenes pulmonares (patrón restrictivo respiratorio). En la infancia, salvo estados muy avanzados y no atendidos, no es esperable que el niño fallezca por una infección pulmonar intercurrente o por insuficiencia respiratoria (IR). En la radiografía de tórax se pueden apreciar zonas de atelectasia.

*Tratamiento:* depende de la edad del niño, del grado de escoliosis y de la causa. En curvas menores de 20°, no progresivas, puede recomendarse tratamiento ortopédico. En las escoliosis congénitas, progresivas o con ángulos superiores a 40°, se recomienda tratamiento ortopédico.

### Displasia torácica asfixiante de Jeune

Malformación esquelética que asocia a la distrofia torácica una enfermedad renal. Presenta un fenotipo peculiar con tórax pequeño y estrecho, acampanado, costillas cortas horizontalizadas, ensanchamiento de las uniones condrocostales, enanismo con miembros cortos y alteraciones pélvicas, de las falanges y polidactilia. La estructura de la caja torácica condiciona un patrón pulmonar restrictivo, con riesgo de atelectasias repetidas, neumonías y limitación del crecimiento broncoalveolar. Los niños con formas graves mueren precozmente por IR; las formas más leves pueden ser subsidiarias de ventilación mecánica no invasiva (VMNI).

### **Displasia tanatofórica, acondroplasia y displasia condroectodérmica**

Con diferente intensidad y pronóstico, estas displasias óseas conducen a un distrés respiratorio con pronóstico grave resultado del importante patrón pulmonar restrictivo.

### **Pectus excavatum**

O tórax en embudo consiste en la depresión de la porción media del esternón (entre el manubrio y el apéndice xifoides) y de los cartílagos costales más inferiores. Es la deformidad más frecuente de la pared torácica, presente en aproximadamente 1 de cada 1000 nacimientos. Predomina en varones en una proporción 4:1. Suele ser diagnosticado antes de cumplir el año en el 90% de los casos. Puede ser congénito, familiar o adquirido. Su etiología es desconocida y existen múltiples teorías para justificar su aparición, atribuyéndose a un probable fallo en osteogénesis y condrogénesis. La frecuente presencia de pectus excavatum en el síndrome de Marfan sugiere papel causal a desórdenes del tejido conectivo.

El pectus excavatum conlleva consecuencias, a veces importantes, psicológicas, estéticas y funcionales. Contribuye al desarrollo de escoliosis torácica por crecimiento asimétrico del tórax. Con relativa frecuencia se presenta prolapso de la válvula mitral. La espirometría suele mostrar patrones normales para la edad del niño. En su evolución puede originar una alteración funcional respiratoria significativa.

Para el diagnóstico por la imagen, se recurre a radiografías simples de tórax, postero-anterior y lateral, y a tomografía computerizada (TC). El índice de Haller, relación de los diámetros transversal y anteroposterior obtenidos por TC, es el preferido para valorar la gravedad (un índice  $>3,2$  es considerado importante). En general, se admite que el pectus excavatum es una condición benigna que requiere tratamiento sólo en los casos bien seleccionados. La mayoría de las intervenciones son realizadas por motivos estéticos y psicológicos, casi siempre en la pubertad o en la vida adulta. El tratamiento quirúrgico debería reservarse para casos de pectus excavatum asimétrico asociado a escoliosis torácica. La técnica de Ravitch, de mayor agresividad, está siendo desplazada por la de Nuss con corrección de forma mínimamente invasiva, utilizando barra de hierro.



## **C.- EXPLORACION DEL APARATO RESPIRATORIO<sup>5</sup>**

Existe un amplio abanico de técnicas que pueden ayudar a definir mejor la patología y su repercusión funcional: técnicas de exploración funcional respiratoria, técnicas de imagen, broncoscopia y biopsia pulmonar. Este capítulo revisa los fundamentos y principales aplicaciones de ésta técnicas en los niños con patología respiratoria.

### **PRUEBAS FUNCIONALES RESPIRATORIAS**

La función más importante del aparato respiratorio es el intercambio de los gases. Para ello es necesaria la renovación constante del gas alveolar, que se produce gracias a la ventilación. Con el estudio de la función pulmonar es posible definir la normalidad o anormalidad de todos los factores implicados en estos procesos, orientar la alteración fisiopatológica que condiciona una enfermedad, valorar su gravedad, la respuesta terapéutica y su evolución. (cuadro 9)

Cuadro 9: **Técnicas de función pulmonar**

#### **Maniobras espiratorias forzadas:**

- Espirometría
- Pico de flujo espiratorio
- Compresión toraco-abdominal

#### **Estudio de volúmenes pulmonares estáticos:**

- Pletismografía
- Técnicas de dilución de gases

#### **Resistencias pulmonares:**

- Resistencia pulmonar (RL). Medición con balón esofágico
- Resistencia de las vías aéreas (Raw). Medición con pletismografía
- Resistencia total del sistema respiratorio. Medición mediante oscilación forzada (Rrs), o mediante un sistema de interrupción (Rint)

#### **Pruebas broncodinámicas:**

- Prueba broncodilatadora
- Medida de la hiperrespuesta bronquial

#### **Capacidad de difusión de monóxido de carbono (CO)**

#### **Monitorización de la inflamación mediante marcadores no invasores**

### **Espirometría**

Mide el volumen de aire que un individuo inhala o exhala en función del tiempo, y la rapidez con que puede ser movilizado (flujo aéreo). Para su realización inicialmente se utilizaban espirómetros, instrumentos diseñados para medir volúmenes con un sistema

de recogida de aire de fuelle o de campana, pero actualmente se utilizan neumotocógrafos, que miden el flujo aéreo y, mediante la integración electrónica del valor del flujo, proporciona el volumen movilizado. Existen diferentes tipos: de fleisch (tubos capilares), de malla, de alambre caliente, de turbina y de ultrasonidos.

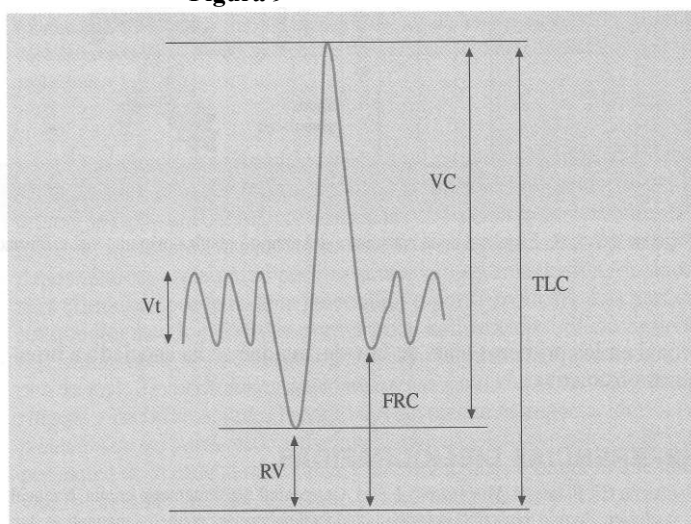
Hay dos tipos de espirometrías: simple y forzada.

-Espirometría simple: permite la medida de algunos volúmenes y capacidades pulmonares, mediante maniobras respiratorias lentas no dependientes del tiempo. Su

objetivo básico es la determinación de la capacidad vital lenta o no forzada (VC) (figura 9).

-Espirometría forzada: durante una maniobra espiratoria con esfuerzo máximo se analizan el volumen espirado y los flujos aéreos en relación al tiempo desde la capacidad pulmonar total (TLC). Se obtienen dos curvas: volumen-tiempo y flujo-volumen.

**Figura 9**

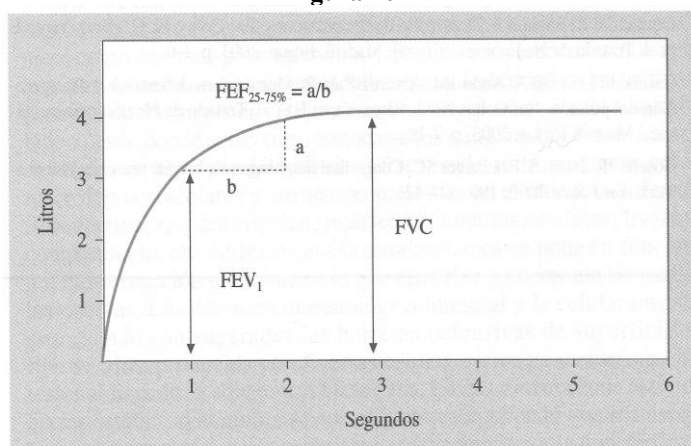


Volúmenes y capacidades pulmonares. Vt: volumen corriente; RV: volumen residual; FRC: capacidad residual funcional; VC: capacidad vital; TLC: capacidad pulmonar total.

\*Mediante el análisis de la curva volumen-tiempo es posible estudiar la capacidad vital forzada (FVC), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1 o VEMS), la relación entre ambos (cociente FEV1/FVC) y el flujo espiratorio medio entre el 25-75% de la FVC (FEF<sub>25-75%</sub>) (figura 10).

\*Mediante el análisis de la curva flujo-volumen se estudia el pico de flujo espiratorio (PEF) y los flujos al 75, 50 o 25% de la espiración total (FEF 75%, FEF 50%, FEF 25%) (figura 11).

**Figura 10**



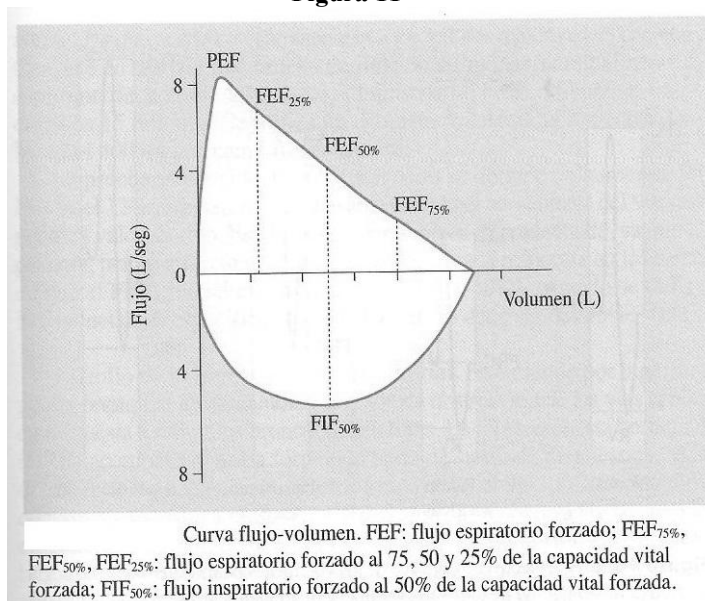
Curva volumen-tiempo. FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FVC: capacidad vital forzada; FEF<sub>25-75%</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la FVC.

La FVC es un indicador de capacidad pulmonar, siendo sus valores en individuos normales similares a los de la capacidad vital lenta (VC). Disminuye en la patología restrictiva y de forma menos importante cuando existe una obstrucción (figura 12).

El FEV1 es el parámetro mas empleado de función pulmonar. Es dependiente del esfuerzo, y tiene una reproducibilidad elevada. Su disminución puede reflejar patología obstructiva o restrictiva (figura 12) se utiliza también para valorar la respuesta a las pruebas broncodilatadoras y de hiperrespuesta bronquial.

El cociente FEV1/FVC (valor normal 80%) permite definir, cuando esta disminuido (inferior al 70%), la existencia de obstrucción bronquial al flujo aéreo. En los procesos restrictivos las FVC disminuye en igual medida que el FEV1 y el cociente no varía (figura 12). Hay que tener en cuenta, no obstante que la espirometría permite únicamente sospechar la existencia de una patología restrictiva y que este dato se debe confirmar con la demostración de la disminución de la capacidad pulmonar total (TLC) mediante la pletismografía.

**Figura 11**



El FEF 25-75% se mide en la parte central de la curva flujo-volumen (mesoflujo). Es la relación entre el volumen expulsado entre el 25 y el 75% de la FVC y el tiempo que se ha tardado en expulsarla (figura 10). Es, por tanto, un parámetro de flujo y se expresa en litros/segundos. Este parámetro es más sensible y específico de

obstrucción de vías aéreas pequeñas (inferior a 2mm de diámetro), que el FEV1 o que el FEV1/FVC, aunque es menos reproducible. Se considera alterado cuando es inferior al 75% del valor teórico.

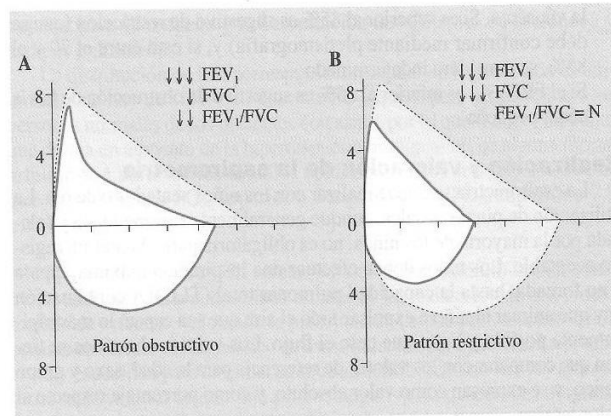
### Interpretación de la espirometría

En primer lugar se debe estudiar la morfología de la curva flujo-volumen y volumen-tiempo, de acuerdo con la siguiente secuencia:

1.- Analizar si es una curva técnicamente adecuada o no, con errores en la ejecución correcta de la maniobra tales como finalización precoz de la espiración, tos, fugas o esfuerzo variable.

2.- Diferenciar mediante la morfología de la curva si se trata de una curva normal, con patrón obstructivo (curva cóncava) o restrictivo (curva de morfología normal pero de tamaño reducido) (figura 12 y figura 13).

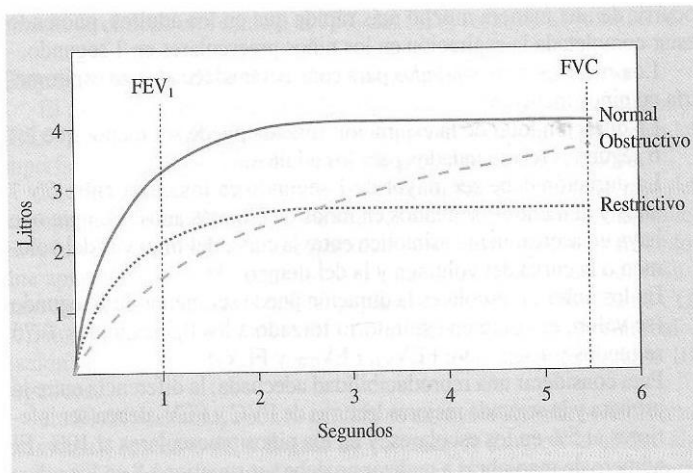
**Figura 12**



Curva flujo-volumen indicativa de patrón obstructivo (A-línea sólida) y de patrón restrictivo (B-línea sólida). La línea discontinua representa la morfología de la curva flujo-volumen normal. FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FVC: capacidad vital forzada.

3.- El análisis de las curvas espiratorias e inspiratorias nos puede permitir la detección de obstrucciones intratorácicas o extratorácicas de la vía aérea superior (figura 14).

**Figura 13**



Morfología de la curva volumen-tiempo normal, indicativa de patrón obstructivo y de patrón restrictivo. FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FVC: capacidad vital forzada.

En segundo lugar, se analizan los valores obtenidos:

1.- Si el FVC y el FEV<sub>1</sub> son superiores al 80% de los valores teóricos, la espirometría se considera dentro del rango normal.

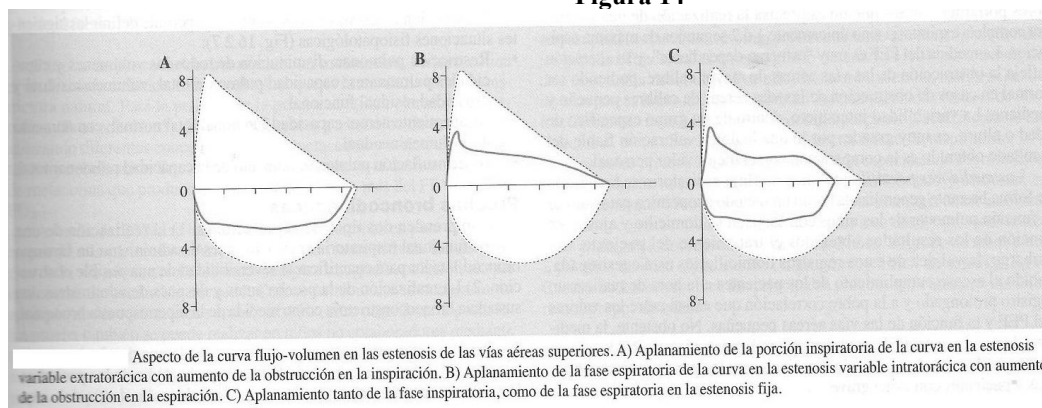
2.- Si el FVC o el FEV<sub>1</sub> están disminuidos, se debe valorar el cociente FEV<sub>1</sub>/FVC. Si es inferior al 70% es diagnóstico de obstrucción

de la vía aérea. Si es superior al 85% es sugestivo de restricción (que se debe confirmar mediante pletismógrafo) y, si está entre el 70-85% se considera indeterminado.

3.- Si el FEF<sub>25-75%</sub> es inferior al 65% es sugestivo de obstrucción de la vía aérea pequeña.



**Figura 14**



### Realización y valoración de la espirometría

La espirometría se puede realizar con los niños sentados o de pie. La utilización de pinzas nasales, aunque generalmente recomendadas y toleradas por la mayoría de los niños, no es obligatoria para obtener un registro aceptable. Los niños deben efectuar una inspiración máxima, rápida y no forzada, hasta la capacidad pulmonar total (TLC). A continuación hay que animar al niño a expulsar todo el aire que sea capaz, lo más rápidamente posible y hasta que cese el flujo. Los valores obtenidos se tienen que comparar con los valores de referencia para la edad, sexo y grupo étnico, y se expresa como valor absoluto, y como porcentaje respecto al valor teórico.

Aunque los principios generales de la espirometría forzada en los niños son los mismos que en los adultos, se deben tener en cuenta algunas características especiales: hay que ajustar los criterios de reproducibilidad para unos flujos y volúmenes más pequeños en valor absolutos, se pueden necesitar más intentos para aprender a realizar una curva flujo-volumen adecuada, y hay que considerar que el vaciado pulmonar puede ocurrir de una manera mucho más rápida que en los adultos, pudiendo estar completada la espiración en los niños preescolares en 1 segundo.

Los criterios recomendados para considerar adecuada una espirometría en niños incluyen:

1.- La duración total de la espiración forzada puede ser menor que los 6 segundos recomendados para los adultos.

2.- La duración debe ser mayor de 1 segundo en los niños entre 6-7 años y al menos 2 segundos en los niños de 8 o más años, siempre que haya un acercamiento asintótico entre la curva del flujo y la del volumen o la curva del volumen y la del tiempo

3.- En los niños preescolares la duración puede ser menor de 1 segundo (se valora el volumen espiratorio forzado a los 0.5 segundos, 0.75 segundos y 1 segundo; FEV 0.5, FEV 0.75 y FEV1).

4.- Para considerar una reproducibilidad adecuada, la diferencia entre la primera y la segunda mejores lecturas de FVC y FEV1 deben ser inferiores al 5% en los escolares, y en los niños preescolares al 10%. El número de maniobras a realizar no debe ser superior a 8 en los niños mayores, y puede ser mayor en los niños preescolares, mientras no muestren signos de fatiga. Hay que obtener tres curvas técnicamente adecuadas.

### **Ápice o pico de flujo espiratorio**

El pico de flujo espiratorio (PEF) es el flujo espiratorio máximo (FEM) obtenido durante una espiración forzada desde la máxima inspiración. Se puede medir durante la maniobra de espirometría forzada, en la que se registra durante la primera decima de segundo y corresponde al vértice de la curva flujo-volumen (figura 11), o mediante la utilización de medidores portátiles con los que no es precisa la realización de una maniobra completa espiratoria sino únicamente uno o dos segundos de máxima espiración. La medida del PEF es muy “esfuerzo-dependiente”, y su alteración refleja la obstrucción de las vías aéreas de mayor calibre, pudiendo ser normal en caso de obstrucción de las vías aéreas de calibres pequeño y mediano. La variabilidad intersujeto, dentro de un grupo específico de edad o altura, es muy grande, por lo que la única valoración fiable del resultado obtenido es la comparación con el mejor valor personal.

Los medidores portátiles del pico flujo espiratorio se han usado de forma bastante generalizada como un método económico para valorar la función pulmonar de los niños con asma en su domicilio y ajustar en función de los resultados obtenidos el tratamiento del paciente. Sin embargo, la validez de estos registros domiciliarios está cuestionada, debido al escaso cumplimiento de los pacientes a la hora de realizar un registro prolongado y a la pobre correlación que existe entre los valores del PEF y la función de las vías aéreas pequeñas. No obstante, la medición domiciliar del PEF puede ser útil, utilizada en intervalos de tiempo corto, en algunos casos aislados: pacientes malos perceptores de síntomas y pacientes con asma grave.

### **Medida de volúmenes pulmonares estáticos. Pletismografía corporal**

La pletismógrafo permite determinar el volumen de gas intratorácico (TGV), que no puede ser medida mediante una espirometría. Con la pletismógrafo se puede medir de forma precisa la capacidad residual funcional (FRC) lo que, unido a la práctica



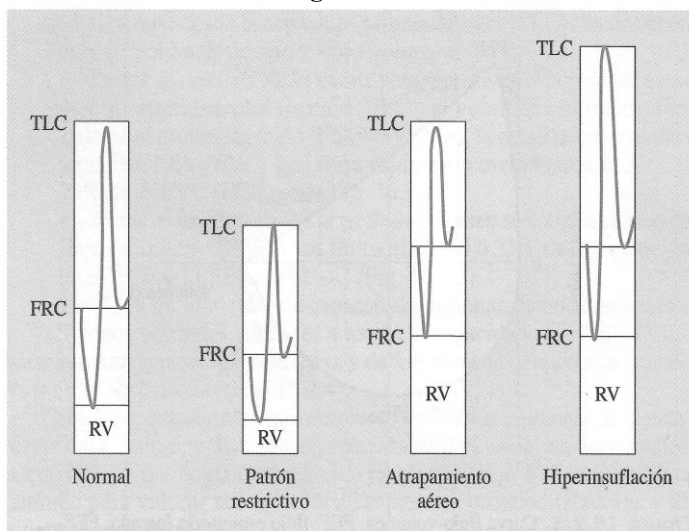
previa de un espirometría lenta, permite la determinación de todas las capacidades y volúmenes pulmonares estáticos (figura 9). También permite el cálculo de la resistencia específica de la vía aérea (sRaw) y su inverso, la conductancia específica (sGaw). El pletismógrafo mide todo el volumen de gas contenido dentro del tórax, a diferencia de otras técnicas de exploración funcional, como la técnica de lavado de nitrógeno o la dilución de helio que infraestiman la capacidad residual funcional ya que no miden los espacios aéreos mal ventilados.

El pletismógrafo es una cabina hermética, con paredes de plástico transparentes, existiendo modelos para niños mayores y adultos, y modelos para lactantes. En estos últimos, dado que no se puede realizar la espirometría lenta, únicamente se puede determinar la capacidad residual funcional, y no la capacidad pulmonar total.

El cálculo de los parámetros se obtiene a partir de los cambios de presión que se producen en el interior de la cabina con la respiración del paciente a través de un neumotocógrafo, ocluido mediante una válvula obturadora (volumen de gas intratorácico), o abierto /resistencia específica).

La medición de los volúmenes pulmonares permite definir las siguientes situaciones fisiopatológicas (figura 15):

**Figura 15**



Aspecto comparativo de los volúmenes pulmonares en la patología restrictiva (disminución de todos los volúmenes), atrapamiento aéreo (aumento del volumen residual) e hiperinsuflación pulmonar (aumento del volumen residual y de la capacidad pulmonar total). RV: volumen residual; FRC: capacidad residual funcional; TLC: capacidad pulmonar total.

1.- Restricción pulmonar: disminución de todos los volúmenes y capacidades pulmonares: capacidad pulmonar total, volumen residual y capacidad residual funcional.

2.- Atrapamiento aéreo: capacidad funcional total normal, con aumento del volumen residual.

3.- Hiperinsuflación pulmonar: aumento de la capacidad pulmonar total.

## Pruebas broncodinámicas

Comprenden dos tipos de exploraciones: 1) la realización de una prueba funcional respiratoria antes y después de administrar un fármaco broncodilatador para

cuantificar la reversibilidad de una posible obstrucción. 2) La realización de la prueba antes y después de administrar una sustancia broncoconstrictora como medida de la hiperrespuesta bronquial.

*Prueba broncodilatadora:* la realización de una prueba broncodilatadora debe ser una exploración habitual en el estudio de los pacientes. Hay que hacerla incluso aunque los valores basales estén dentro del rango normal, ya que pueden no corresponder a los valores máximos del paciente. Consiste en realizar una prueba de función pulmonar, habitualmente la espirometría, antes y después de administrar un broncodilatador, transcurridos 15 minutos. Se utiliza un agonista  $\beta$ -2 de duración corta (salbutamol 400  $\mu$ g con cámara espaciadora).

La prueba se considera positiva cuando se obtiene un aumento del FEV<sub>1</sub> del 12% respecto al valor basal, o cuando el aumento es del 9% respecto al valor teórico. Esta última valoración es más adecuada, ya que la primera, por un artificio matemático, sobrevalora la respuesta en los casos en que el FEV<sub>1</sub> inicial este muy disminuido (<60%). Cuando se utiliza la conductancia específica (sGaw) el aumento debe ser del 35%.

*Estudio de la hiperrespuesta bronquial:* se entiende por hiperrespuesta bronquial un aumento en el grado de obstrucción de las vías aéreas en respuesta a estímulos broncoconstrictores. La hiperrespuesta bronquial (HRB) acompaña al asma formando parte de su triada diagnóstica. Más del 80% de los pacientes con historia de asma y el 98-100% de aquellos con asma sintomática presentan HRB. También se observa HRB, aunque en general en grado leve, en otros procesos, como la fibrosis quística, bronquiectasias, infecciones víricas, displasia broncopulmonar y rinitis alérgica. Además, los estudios epidemiológicos han comprobado que existe un porcentaje importante de niños normales asintomáticos que tienen HRB. Su medición se efectúa mediante la práctica de una prueba de provocación, exponiendo al paciente a dosis crecientes de una sustancia o a un estímulo físico, mientras se mide un índice de función pulmonar. Según la naturaleza del estímulo broncoconstrictor, la HRB se puede clasificar en específica e inespecífica:

La HRB específica es la respuesta de las vías aéreas frente a sustancias sensibilizantes específicas (alérgenos).

La HRB inespecífica expresa la tendencia de las vías aéreas a reaccionar ante una serie de estímulos físicos, químicos o farmacológicos. Los estímulos broncoconstrictores se clasifican en:

-Estímulos directos: actúan sobre los receptores del músculo liso bronquial (metacolina, carbacol, histamina, prostaglandina D2 y cisteinileucotrienos).

-Estímulos indirectos: actúan en células distintas a la musculatura lisa (células inflamatorias, células epiteliales y nervios) estimulando la liberación de mediadores celulares o neurotransmisores que provocan la contracción del músculo liso. Puede tratarse de estímulos físicos (ejercicio, soluciones hipo o hiperosmolares, hiperventilación con aire frío, manitol) o farmacológicos (adenosina, bradicinina, taquicininas).

La medición de la HRB puede tener interés desde el punto de vista clínico en las siguientes situaciones:

-Pacientes con historia sugestiva de asma en fase asintomática y en los que no se ha podido constatar obstrucción reversible al flujo aéreo o variabilidad en el mismo.

-Niños con sintomatología atípica o monosintomáticos, como tos crónica, opresión torácica o tos y/o disnea de esfuerzo.

Las pruebas más utilizadas en la práctica clínica son la de metacolina y la de esfuerzo.

*Prueba de provocación bronquial con metacolina:* la metacolina es un derivado sintético de la acetilcolina que es la sustancia broncoconstrictora natural. Para la práctica de la prueba se utiliza cloruro de metacolina (provocholine®). Existen diferentes protocolos de realización utilizando diferentes concentraciones de metacolina o bien un dosímetro o un nebulizador. Se calcula la concentración (o la dosis acumulada) de metacolina que produce un descenso del 20% o más del FEV1 ( $PC_{20}$  y  $PD_{20}$ ).

Además del FEV1 se han utilizado otros parámetros para valorar la respuesta a la metacolina. Así, se ha utilizado la medida de las resistencias de la vía aérea, valoradas mediante pletismografías, oclusión simple o técnicas de oscilación forzada. Con estas técnicas es necesario un aumento de las resistencias superior al 45%, para considerarla positiva. La prueba también se puede realizar en niños no colaboradores mediante técnicas que precisan sedación, como la determinación del flujo máximo a volumen corriente ( $V_{max}FRC$ ) mediante el método de la compresión torácica rápida, o técnicas sin sedación, como la medida de la presión transcutánea de oxígeno y la auscultación de sibilantes en la tráquea y campos pulmonares.

La distribución de la hiperrespuesta bronquial en la población es unimodal y no hay un valor de  $PC_{20}$  o de  $PD_{20}$  que separen nítidamente a las personas normales de los pacientes con asma, por lo que escoger un punto que defina un aumento de hiperrespuesta bronquial es, de alguna forma, arbitraria. A partir de los estudios epidemiológicos se suele considerar que es normal una  $PC_{20}$  superior a 8 mg/ml o una  $PD_{20}$  superior a 7,8  $\mu$ mol.

*Prueba de esfuerzo:* el esfuerzo físico es un estímulo broncoconstrictor habitual para muchos niños asmáticos. La realización de una prueba reglada de esfuerzo, valorando la presentación de una broncoconstricción permite establecer el diagnóstico de asma inducida por ejercicio. La prueba es muy específica para el asma, aunque su sensibilidad no es muy alta (en torno al 60%), por lo que una prueba negativa no descarta el diagnóstico de asma inducida por el ejercicio. Existen varios protocolos para su realización. Los más habituales son: el test de carrera libre, que se realiza en el exterior, y la prueba en tapiz rodante en el laboratorio de función pulmonar. El niño debe realizar un esfuerzo durante 6 minutos, manteniendo al menos durante 4 minutos una frecuencia cardíaca superior al 80% de su valor teórico ( $220 - \text{edad en años}$ ). Se realizan espirometrías a los 5, 10 y 15 minutos de finalizar la carrera. Se considera positiva la prueba cuando se obtiene una caída  $\geq$  al 15% del FEV<sub>1</sub> respecto al valor basal.

### **Capacidad de difusión del monóxido de carbono**

El estudio de la capacidad de difusión del monóxido de carbono (DLCO) valora la integridad de la barrera alveolo-capilar. Representa la superficie alveolar disponible para realizar el intercambio gaseoso.

La medición de la DLCO se realiza habitualmente con la técnica de la respiración única. El sujeto debe realizar una inspiración máxima desde el volumen residual hasta la capacidad pulmonar total, manteniendo una apnea entre 9 y 11 segundos y exhalando de nuevo hasta el volumen residual. Durante esta prueba el paciente respira una mezcla de CO (0,3%), He (10%), O<sub>2</sub> (21%) y N<sub>2</sub>. El problema principal para su realización en los niños es la dificultad para mantener la apnea durante 10 segundos.

La DLCO disminuye con la pérdida de unidades alveolares (enfisema pulmonar), descenso de la llegada de volumen de sangre a la unidad alveolo-capilar (anemia, embolia pulmonar), y en la alteración de la barrera alveolo-capilar (neumopatías intersticiales, edema pulmonar).

### **PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR EN NIÑOS NO COLABORADORES**

Se han desarrollado técnicas especiales de función pulmonar aplicables a lactantes y niños de menos de 2 años de edad. Dado que a esta edad los niños no colaboran en la realización de las pruebas, es preciso aplicar sedación (hidrato de cloral), aunque alguna de ellas se puede realizar durante el sueño espontáneo. En los lactantes, como en los adultos, la resistencia nasal representa el 50% de la resistencia total de las vías aéreas, pero los lactantes respiran preferentemente por la nariz y,

además, las pruebas funcionales en este grupo de edad se realizan a través de una mascarilla nasobucal. Por ello, los cambios en las resistencias de las vías aéreas intratorácicas se podrían ver enmascarados en caso de obstrucción nasal. Esto hace que sea necesario posponer la realización de los estudios al menos 3 semanas después de una infección respiratoria.

Los niños preescolares pueden no tener la capacidad de coordinación o concentración necesaria para realizar las maniobras. No obstante, es posible conseguir la colaboración de los niños si se trabaja en un ambiente adecuado, con incentivos y juegos adaptados para su edad y personal entrenado y amigable, sobre todo a partir de los 3 años. El grupo de niños entre 2 y 3 años de edad sigue siendo un grupo muy difícil de estudiar (cuadro 10).

Cuadro 10: **Técnicas de función aplicables a cada grupo de edad (modificado de: Merkus PJFM, 2005)**

Técnica	0-2 años	2-3 años	3-6 años	6-18 años
<b>Maniobras espiratorias forzadas</b>				
• Espirometría (curva flujo volumen)	X		X	X
• Compresión toracoabdominal con o sin insuflación previa (curvas flujo volumen)			(X)	X
• FEM (flujo espiratorio máximo)				
<b>Difusión</b>				X
<b>Mecánica respiratoria</b> (Rrs, distensibilidad, constante de tiempo)	X	X	X	X
<b>Resistencias</b>				
• Raw	X			X
• sRaw	X	X	X	X
• Rint	(X)	(X)	X	X
• Oscilación forzada	X	(X)	X	X
<b>Volúmenes pulmonares</b>				
• FRC (pletismografía)	X			X
• FRC (helio)	X	(X)	X	X
• TLC y RV				X
<b>Análisis asa volumen corriente</b>	X	X	X	X
<b>Técnica de lavado de gas con respiraciones múltiples: eficiencia de mezcla de gas</b>	X	(X)	X	X
<b>Comentarios</b>	Sueño espontáneo o sedación	Cooperación pasiva mínima	Alguna cooperación activa	Cooperación activa total

Rsr: resistencia respiratoria; PEF: pico de flujo espiratorio; Raw: resistencia de la vía aérea; sRaw: resistencia específica de la vía aérea; Rint: resistencias por interrupción; FRC: capacidad residual funcional; TLC: capacidad pulmonar total; RV: volumen residual; Paréntesis: se pueden realizar las mediciones, pero no se ha establecido su validez y/o la probabilidad de tener éxito en su realización es relativamente bajo.

### El asa flujo-volumen a respiración corriente

Es una técnica que analiza la curva flujo-volumen durante la respiración normal y reposada, usando una mascarilla y un neumotacógrafo. La prueba se puede realizar

sin sedación en los niños pequeños. Se analiza la morfología de la curva y diversos parámetros, entre los que el más importante es la relación entre el tiempo al flujo espiratorio máximo tidal ( $t_{PTEF}$ ) y el tiempo espiratorio total ( $t_E$ ). La disminución de este cociente se relaciona con obstrucción de la vía aérea.

### **Resistencias por oscilometría de impulsos**

Esta técnica permite la medición de la resistencia total del sistema respiratorio ( $Rrs$ ) de forma no invasora durante la respiración espontánea. Consiste en la aplicación de una oscilación de presión de pequeña amplitud en la entrada de la vía aérea mediante un altavoz y una cámara, mientras el paciente respira tranquilamente. La presión y el flujo en la boca se miden de forma continua mediante el transductor de presión y un neumotacógrafo de presión diferencial, respectivamente. Ambas señales se acondicionan, filtran e introducen en el ordenador para el cálculo de la  $Rrs$ .

### **Resistencias por interrupción**

En esta prueba se hace respirar al paciente a volumen corriente a través de un neumotacógrafo con un obturador que se dispara al inicio de la espiración, ocluyendo la vía aérea. Durante la oclusión se produce una relajación de los músculos respiratorios (reflejo de Hering-Breuer) y se equilibra la presión en la boca con la alveolar; el flujo que se produce al abrir el ocluidor se debe a la espiración pasiva. El sistema mide la presión en la boca durante la oclusión y el flujo tras liberar esta, calculándose la resistencia ( $R_{int}$ ). Si la interrupción es demasiado corta, no se llega al equilibrio entre presiones alveolar y bucal, con lo que obtendríamos una presión y una resistencia por debajo de lo real; esto sucede especialmente en niños obstruidos, lo que le quita utilidad a la técnica.

### **Compresión toracoabdominal rápida**

Es una técnica que imita la espirometría de los niños mayores. Tras sedar a los niños con hidrato de cloral, se les coloca una chaquetilla neumática y se aplica a la cara una mascarilla almohadillada que se selle bien; esta va unida a un neumotacógrafo que mide el flujo, y los datos se registran mediante un sistema informático. La chaquetilla se infla a diferentes presiones para producir la espiración. Existen dos variantes:

1.- A volumen corriente: cuantifica el flujo máximo a nivel de la capacidad residual funcional ( $V_{max}FRC$ ), valor muy sensible para detectar la obstrucción, que correspondería al mesoflujo de una espirometría normal.



2.- Con insuflación previa, lo que mejora la repetición de la prueba. Se miden los volúmenes a los 0,4 y 0,5 segundos ( $FEV_{0,4}$  y  $FEV_{0,5}$ ), FVC y los flujos.

### **D.- BENEFICIOS DEL EJERCICIO FÍSICO**

El hábito de un estilo de vida saludable, que incluya un estilo de vida físicamente activo, constituye un objetivo para todos los niños y adolescentes, ya que es de sobra conocida la importancia del ejercicio físico sobre la calidad de vida y los beneficios que se obtienen de la práctica habitual y regular de deporte.

Se define como “actividad física”<sup>6,7</sup> a “cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que tiene como resultado un gasto energético que se añade al metabolismo basal”<sup>8</sup>.

El “informe sobre la salud en el mundo 2002” de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera que los estilos de vida sedentarios son una de las 10 causas fundamentales de mortalidad y discapacidad en el mundo. La reducción de la prevalencia de sobrepeso/obesidad así como incrementar el número de individuos que realicen actividad física de forma regular y moderada eran algunos de los objetivos de la OMS en “salud para todos en el año 2010”.

En los últimos años se han aumentado los estudios sobre la actividad física, para conocer tanto los efectos saludables de su práctica habitual como la relación del mantenimiento o empeoramiento de ciertas enfermedades crónicas por la ausencia de práctica deportiva.

**Función respiratoria:** se han descrito en múltiples estudios los beneficios que el ejercicio aporta a la función respiratoria en pacientes enfermos tanto en edad adulta como en la edad pediátrica.

En la edad pediátrica la función pulmonar tiene unas características concretas ya que ésta cambia más en función de la estatura del sujeto que con la edad. Por lo tanto los aumentos de los volúmenes pulmonares durante los primeros años de vida e incluso en la adolescencia suelen ser proporcional a la talla<sup>9</sup>.

En edades infantiles existe una menor reserva ventilatoria por lo que a la hora de la realización de un ejercicio físico los niños responden con un aumento de la frecuencia respiratoria y una ventilación superficial<sup>10</sup>.

El **asma** es un “síndrome que incluye diversos fenotipos que comparten manifestaciones clínicas similares, pero de etiologías probablemente diferentes. Ello condiciona la propuesta de una definición precisa; las habitualmente utilizadas son meramente descriptivas de sus características clínicas y fisiopatológicas. Desde un

punto de vista pragmático, se podría definir como una enfermedad inflamatoria crónica de las vías respiratorias, en cuya patogenia intervienen diversas células y mediadores de la inflamación, condicionada en parte por factores genéticos y que cursa con hiperrespuesta bronquial y una obstrucción variable al flujo aéreo, total o parcialmente reversible, ya sea por la acción medicamentosa o espontáneamente”<sup>11</sup>.

La prevalencia del asma varía en el mundo entre un 2% y un 11,9%. En nuestro país, la prevalencia de síntomas asmáticos se ha mantenido constante en los niños de 13-14 años, mientras que ha sufrido un aumento significativo en el grupo de 6-7 años. En adultos la prevalencia es inferior, en comparación con la de los países anglosajones y centroeuropeos<sup>11</sup>.

En el estudio IBERPOC, que evaluó personas entre 40 y 69 años de edad, un 4,9% declaró haber sido diagnosticado de asma, siendo la prevalencia mayor en las mujeres<sup>12</sup>. En las indicaciones para el control del asma y tener una mejor calidad de vida se recomiendan programas de reentrenamiento al esfuerzo físico<sup>13</sup>. La actividad deportiva debe ser recomendada en el niño asmático porque le permiten desarrollarse y aprender a controlar su respiración. Se ha descrito que el sedentarismo en niños asmáticos incrementa el riesgo de que la tolerancia al ejercicio sea cada vez menor porque parece incrementar los signos de asma al esfuerzo.

En niños asmáticos se presenta una disminución de las actividades cotidianas con una repercusión negativa en su calidad de vida<sup>14</sup>. Se afirma que cualquier tipo de acondicionamiento físico aeróbico tiene beneficios para el paciente asmático disminuyendo incluso el número de hospitalizaciones<sup>15</sup>. Una consideración que choca con esta afirmación es que en un 80% de los pacientes asmáticos presenta un asma inducida por el ejercicio, que le impide la actividad física a la intensidad suficiente como para producir efectos beneficiosos en el individuo<sup>16</sup>. El asma inducida por el ejercicio es una crisis asmática que se desencadena, entre otros factores, con el enfriamiento y la pérdida de humedad rápida e intensa en los bronquios durante el ejercicio físico o reposo, con respecto a la población general. Se considera que la realización de ejercicio aeróbico en medio acuático climatizado evita la sequedad y la pérdida de temperatura en la vía aérea y por lo tanto producirá menos asma inducida por el ejercicio<sup>17</sup>. En el estudio de Ambrosetti se demostró que la natación es un deporte adecuado para aquellos pacientes que tienen asma inducida por el ejercicio<sup>18</sup>. Un estudio realizado en Colombia en el año 2006 concluyó que “el entrenamiento aeróbico en piscina climatizada mejora la calidad de vida de los niños asmáticos y se puede considerar como un factor preventivo para evitar las crisis inducidas por el ejercicio”<sup>19</sup>.

Conociendo todos los beneficios que aporta la realización del ejercicio físico, a cualquier edad y en pacientes con múltiples patologías, se considera que es una de las tareas del médico de atención primaria y del pediatra tomar parte en los programas de salud, para la infancia y la adolescencia, realizando revisiones específicas y recomendaciones sobre la actividad física, estilos de vida y prevención de lesiones<sup>20,21</sup>.

En patología infantil de carácter respiratorio, con una alta prevalencia e incidencia, como puede ser el asma infantil se considera el ejercicio físico como un escalón más de tratamiento<sup>22</sup>. Villa y cols.<sup>23</sup> sugieren que en los niños con asma grave, los programas de entrenamiento físico, deben orientarse hacia el ejercicio aeróbico y de la resistencia muscular de los miembros inferiores. Se ha podido observar un leve descenso en el parámetro pulmonar FEV<sub>1</sub> en algunos niños que practican buceo<sup>24,25</sup>, así como en aquellos que están expuestos a contaminación del aire. Esto podría llevar a una disminución de la eficiencia física en los adolescentes<sup>26</sup>.

Clasificaremos los beneficios de la actividad deportiva según el grado de actividad preventiva que tengamos:

#### **Prevención Primaria:**

- **Cardiopatía isquémica:** se ha demostrado que existe relación entre la cardiopatía isquémica y un estilo de vida sedentario<sup>27,28</sup>.

- **Accidentes cerebrovasculares** el ejercicio físico ha demostrado efectos protectores frente al riesgo de accidentes cerebrovasculares, disminuyendo su incidencia y mejorando su pronóstico vital<sup>29,30</sup>. Aunque algunos autores atribuyen la disminución de la incidencia de accidentes cerebrovasculares a los beneficios del ejercicio físico sobre los factores de riesgo vascular (dislipemia, sobrepeso, hipertensión arterial,...)<sup>31,32</sup>.

- **Obesidad:** existe una relación clara entre sedentarismo y el aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad<sup>33</sup>. Las dos acciones fundamentales para la pérdida o control del peso son el ejercicio físico y la dieta.

Hay estudios que muestran que en los países desarrollados el consumo medio calórico tiende a disminuir<sup>34,35</sup>. Por lo tanto, el aumento de la prevalencia de la obesidad en Europa y en EUU, se debe a la falta de actividad física y al creciente sedentarismo<sup>36,37</sup>.

En España la causa fundamental del aumento de peso es el sedentarismo<sup>38,39,40</sup>. Parece ser que la actividad física tiene un papel importante en la reducción de grasa abdominal<sup>41</sup> y sobre todo en el mantenimiento del peso corporal más que en la reducción del mismo<sup>42</sup>.

- **Osteoporosis:** se recomienda la realización de ejercicio físico en la perimenopausia así como antes de los 30-35 años, que es cuando se alcanza el pico máximo de masa ósea, ya que ha demostrado un beneficioso efecto sobre la prevalencia e incidencia de osteoporosis. Con actividad física moderada se puede lograr frenar la pérdida de masa ósea en general<sup>43,44</sup>.

- **Prevención de caídas:** el ejercicio físico contribuye a una mejor calidad de vida, limitando las minusvalías en la tercera edad, tal y como se ha hecho evidente en estudios sobre personas mayores<sup>45,46,47,48,49</sup>. Los ancianos que siguen algún programa de ejercicio sufren menos caídas y, por lo tanto, menos lesiones y fracturas y, por ende, menor número de hospitalizaciones<sup>46,50,51,52,53,54</sup>.

- **Riesgo de cáncer:** la prevalencia del cáncer es muy elevada. En el año 2008 fue la segunda causa de muerte en Andalucía. El estilo de vida se ha vinculado a una variedad de enfermedades malignas, incluyendo las más comunes en el mundo desarrollado: cáncer de pulmón, colorrectal, próstata y mama<sup>55</sup>. Danaei et al, en su estudio, describieron nueve factores de riesgo modificables relacionados con el 35% de muerte por cáncer en todo el mundo<sup>56</sup>, entre las que se encuentra la dieta y la inactividad física. El Código Europeo contra el Cáncer, publicado en 2003, recomienda realizar actividad física de intensidad moderada todos los días<sup>57</sup>. La disminución de la actividad física parece incrementar el riesgo de cáncer. Dallal et al, en su estudio, encontraron una correlación negativa entre el ejercicio moderado-intenso y el cáncer de mama con receptores estrógenos negativos, pero no con los receptores estrógenos positivos<sup>58</sup>. La asociación entre actividad física y disminución del riesgo de cáncer de mama y de colon se demostró en todos los niveles de obesidad<sup>59,60</sup>. Hay que tener en cuenta el carácter multicausal del desarrollo de un tumor, por lo que el control de un solo factor de riesgo parece ser insuficiente para el desarrollo de la enfermedad.

#### **Prevención Secundaria:**

- **Tensión arterial:** numerosos estudios han podido objetivar cómo la actividad física presenta un efecto hipotensor, tanto en pacientes diagnosticados de hipertensión arterial como aquellos normotensos<sup>61,62</sup>. Estos descensos de las cifras de tensión arterial suponen una reducción importante de la morbilidad por enfermedad cardiovascular, teniendo un alto impacto en la comunidad<sup>63,64</sup>. Como ejemplo, en un varón de 50 años sin otro factor de riesgo cardiovascular que padecer de hipertensión arterial en tratamiento, un descenso de la tensión arterial de 150 mmHg a 120 mmHg supone una reducción de un 5% del riesgo cardiovascular en la tabla de Framingham

En caso de que el paciente presente varios factores de riesgo cardiovascular, el control de la tensión arterial supone un descenso mayor en el riesgo cardiovascular<sup>65</sup>.

- **Diabetes mellitus e intolerancia a hidratos de carbono:** diversos estudios han puesto de manifiesto una asociación directa de la incidencia de diabetes mellitus e intolerancia a hidratos de carbono con estilos de vida sedentarios<sup>66,67</sup>. La dieta hipocalórica es un requisito básico, junto con el ejercicio físico, para llegar a un control metabólico adecuado de los pacientes diabéticos. Para ello no son necesarios grandes sobreesfuerzos de ejercicio, sino que el efecto más beneficioso se obtiene a través de un ejercicio regular, aunque sea de baja intensidad<sup>68,69,70</sup>.

- **Salud mental:** se ha encontrado que existe una asociación entre la actividad física y menores tasas de prevalencia de trastornos depresivos y ansiedad<sup>71,72,73</sup>. El efecto terapéutico del ejercicio físico en el tratamiento de la depresión clínica/subclínica, está apoyado por evidencia científica. Además tiene un efecto sobre la ansiedad, mejorando la sensación de bienestar mental. Algunos estudios apuntan a una mejora de la función cognitiva<sup>74</sup>, como una disminución del riesgo de padecer algunos tipos de demencia<sup>75</sup>.

Tal y como se observa en la Guía de Práctica Clínica para el tratamiento de la depresión en Atención Primaria, el ejercicio físico ocupa un lugar preferente como tratamiento y actividades a seguir por el paciente para la mejoría clínica<sup>76</sup>.

Como describe Ramiro Guzmán en su artículo “valoración médico deportiva: aspectos biopsicosociales relacionados con las actividades físicas y deportivas en niños y adolescentes” hay que considerar que el deporte, en aquellos niños que presentan una proyección como futuro talento, puede tener un efecto negativo a consecuencia de la presión ejercida por los padres, entrenadores, etc. Y por el miedo del niño al fracaso. Esta presión que se ejerce sobre el niño, se suele asociar a disminución de la autoestima, estrés, angustia e incluso a sufrir lesiones deportivas con mayor frecuencia<sup>77</sup>.

La “iniciación deportiva” es el proceso de aprendizaje de las destrezas básicas de un deporte mediante el juego<sup>77</sup>.

En cambio la “especialización deportiva” implica desarrollo y entrenamiento físico, técnico y de las tácticas deportivas. Para esto debe existir una maduración física, neurológica, cognitiva y psicológica. Es difícil conocer cuándo un niño está listo para participar en un deporte organizado aunque existe una tendencia a iniciar, en el deporte, a los niños en edades tempranas<sup>77</sup>.

La maduración cognitiva para comprender la competición deportiva se desarrolla a los 8 ó 9 años. Conceptos como las instrucciones del juego, estrategia de equipo o qué posición tiene que ocupar dentro del campo, ocurre más tarde, sobre los 11 ó 12 años<sup>77</sup>.

### **Prevención Terciaria:**

- **Rehabilitación Cardíaca:** el entrenamiento físico programado es uno de los pilares fundamentales en este tipo de programas. La rehabilitación cardíaca comenzó hace décadas con la prescripción de ejercicio físico. Existen múltiples publicaciones en las que se ha demostrado que la rehabilitación cardíaca es útil en enfermos con cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca crónica y en pacientes trasplantados de corazón<sup>78</sup>.

Con un entrenamiento físico individualizado a cada paciente y programado, se produce un aumento de la capacidad funcional y una reducción de la mortalidad. Además se han descrito efectos beneficiosos sobre los demás factores de riesgo<sup>78</sup>.

Se produce una mejoría en el metabolismo de oxígeno por parte del tejido musculoesquelético y por el miocardio, por lo que en la mayoría de los pacientes éste es el motivo de la mejoría en la capacidad funcional, sin que existan cambios significativos en la función ventricular. Se ha usado el aumento de la capacidad funcional como predictor negativo de la mortalidad cardiovascular a largo plazo<sup>78</sup>.

Los objetivos fundamentales del programa de rehabilitación cardíaca (que son comunes a todos los programas) son frenar la progresión de la enfermedad y evitar la aparición de complicaciones.

Clásicamente, este programa se indicaba a pacientes que habían sufrido un infarto de miocardio y a los postrevascularizados, actualmente se recomienda iniciarlo incluso antes de la intervención quirúrgica o de la angioplastia coronaria. Existe una mayor probabilidad de sobrevivir a las complicaciones perioperatorias en aquellos pacientes que han dejado de fumar, que controlan su peso, tienen adecuada forma física y control de su tensión arterial y de los lípidos.

Existen contraindicaciones temporales, como el síndrome coronario agudo, arritmias graves, enfermedades pulmonares intercurrentes,.. y también hay contraindicaciones absolutas, que se deben resolver antes de comenzar con el ejercicio físico: aneurismas disecantes de aorta y obstrucciones graves del tracto de salida del ventrículo izquierdo<sup>79</sup>.



Se ha observado en estudios clínicos una reducción de la morbilidad y una reincorporación laboral 3 veces mayor en los pacientes que siguen estos programas<sup>80</sup>.

La mejoría de la calidad de vida es difícil de valorar, ya que depende de varios factores, como: mejoría del control clínico, capacidad funcional, autoconfianza, mejoría metabólica,...aunque parece ser evidente la mejoría. Benardinelli et al<sup>81</sup>, en su estudio con pacientes con disfunción ventricular e insuficiencia cardíaca, demostraron mejoría sostenida en la capacidad funcional y la calidad de vida, con tendencia a la reducción de la mortalidad e ingresos hospitalarios.

Estos programas tienen evaluados análisis de costes, siendo muy favorables. Por todos los beneficios que implican estos programas, son recomendados por los organismos oficiales, como las OMS<sup>80</sup>, así como las guías de las principales sociedades científicas<sup>82</sup>.

- **Rehabilitación Pulmonar:** la rehabilitación pulmonar es una intervención que se realiza con enfermedades respiratorias crónicas y disminución de las actividades de la vida diaria. Tiene como objetivos fundamentales la reducción de los síntomas, aumentar la participación en la sociedad, mejorar el estado funcional y la reducción de los gastos en salud<sup>83</sup>. En Chile, la rehabilitación respiratoria se ha consolidado como parte fundamental del manejo y tratamiento de muchos enfermos pulmonares crónicos en edad adulta y pediátrica. Presentan un Programa Nacional de Asistencia Ventilatoria no Invasiva en Domicilio, considerándose el primer esfuerzo sistemático en aplicar los principios de rehabilitación pulmonar en pediatría, donde un equipo multidisciplinar ofrece un enfoque integral, a los pacientes pediátricos con enfermedad neuromuscular, que mejore su calidad de vida<sup>73</sup>.

La rehabilitación pulmonar tiene que ser individualizada, multidisciplinar y estar enfocada en la inserción social, con un aumento de la calidad de vida<sup>84</sup>.

Este programa es útil para múltiples enfermedades respiratorias crónicas, como pueden ser: enfermedad pulmonar obstructiva crónica (de la que se dispone gran evidencia científica), fibrosis quística<sup>85</sup>, enfermedad intersticial crónica<sup>86</sup>, enfermedades de la caja torácica<sup>86</sup>, enfermedades neuromusculares<sup>86</sup>, bronquiectasias<sup>86</sup>, cirugía con reducción de volúmenes pulmonares<sup>87</sup>, pre y post trasplante pulmonar<sup>88</sup>,...

Gracias a los avances tecnológicos y de a las mejoras en los servicios de Neonatología y Pediatría, las enfermedades respiratorias crónicas en la población infantil han aumentado junto con su expectativa de vida, por lo que es preciso contar

con programas como la rehabilitación pulmonar para aumentar la capacidad física, reinserción social y la calidad de vida de los pacientes.

La evaluación de la función respiratoria se realiza por medio de la espirometría, pruebas de provocación bronquial inespecíficas, medición de los volúmenes pulmonares y evaluación de los trastornos respiratorios del sueño.

El entrenamiento consiste en someter al organismo a un nivel de trabajo con una intensidad, frecuencia y duración determinada. Según la cantidad de musculatura involucrada así será el efecto del entrenamiento, de forma que si participan los grupos musculares más grandes, se beneficiaran estos músculos y se logrará además un efecto cardiovascular. En cambio, si realizamos el ejercicio enfocado en pequeños grupos musculares, el efecto será más específico y local.

Se tienen que cumplir tres requisitos para considerar que un entrenamiento es eficaz: intensidad suficiente, frecuencia de las sesiones acorde a los objetivos y una duración del programa preestablecido. Las características del ejercicio físico recomendado en la rehabilitación pulmonar son: número de sesiones entre 3 y 5 por semana, duración de 30 minutos cada sesión y como actividades ideales a realizar la natación, bicicleta y cama elástica<sup>89</sup>.

La mejoría de la capacidad de esfuerzo es el objetivo final que se quiere obtener mediante el entrenamiento. Esto lo conseguimos mediante varios mecanismos<sup>90</sup>:

- 1.- Cambios estructurales y funcionales, que aumenten la fuerza y resistencia del músculo.
- 2.- Un consumo más eficiente de oxígeno a nivel periférico, al estimular la función cardiaca y pulmonar.
- 3.- Flexibilidad y movilidad articular.
- 4.- Motivación.

Los programas de entrenamiento físico tienen evidencias suficientes en la edad adulta. En cambio, en pediatría, sólo tiene demostrada su utilidad en la fibrosis quística<sup>89</sup>.

En los niños y adolescentes con **enfermedades pulmonares crónicas** se produce una disnea que contribuye a la calidad de vida por un desacondicionamiento físico, por la escasa realización de actividad física<sup>91</sup>, que puede provocar una exclusión social por parte de los otros niños, influyendo en la educación normal y pudiendo favorecer el sedentarismo y aislamiento social<sup>92</sup>.

Los enfermos con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) tienen alteraciones en la mecánica ventilatoria, que ocasionan hiperinflación dinámica<sup>93</sup> y por lo tanto contribuye a una disminución en la tolerancia del ejercicio físico<sup>94</sup>. Durante

dicha actividad la ventilación se hace más rápida y más superficial que en los sujetos sanos. Con el entrenamiento físico se consigue mejorar la respuesta, capacidad y resistencia al ejercicio, además del metabolismo celular del músculo esquelético<sup>95</sup>. En el estudio de Ruiz de Oña Lacasta y cols., se valoró que el ejercicio físico a alta intensidad en los pacientes EPOC cambia el patrón ventilatorio durante el esfuerzo submáximo, pero no se valoró estos cambios en los que realizan ejercicio a baja intensidad. Los efectos beneficiosos sobre el patrón ventilatorio durante el ejercicio desaparecían tras cesar el entrenamiento de alta intensidad<sup>96</sup>. El entrenamiento físico se utiliza en estos pacientes como un recurso para mejorar la percepción de la disnea, la calidad de vida y la capacidad para el esfuerzo<sup>97,98</sup>.

En Málaga, en el Hospital Regional Carlos Haya, se está llevando a cabo un programa de rehabilitación respiratoria que ha atendido desde 2008 a unas 400 personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. La enfermera del programa es la responsable de enseñar al paciente y al cuidador principal todo lo relativo a la patología y su tratamiento, así como las pautas de actuación para identificar la aparición de síntomas agudos, además de mantener un estrecho contacto telefónico con los pacientes para conocer su evolución. Durante meses y de forma continuada, los pacientes realizan y aprenden ejercicios de rehabilitación respiratoria dirigidos por un fisioterapeuta. La constancia y la continuidad de los ejercicios en el domicilio repercuten en la efectividad del programa. Estas actuaciones persiguen mejorar la calidad de vida del paciente y disminuir la incertidumbre y ansiedad de éstos y sus familiares ante la enfermedad<sup>99</sup>.

En los niños que padecen de **fibrosis quística**, se les recomienda el ejercicio aeróbico, asociándose en ellos un mejor pronóstico y expectativa de vida, incremento de la tolerancia al ejercicio y aumento de la resistencia de los músculos respiratorios<sup>91,92</sup>.

También se ha descrito que la realización de ejercicios de fortalecimiento puede aumentar la fuerza muscular de niños con **enfermedades neuromusculares**. En caso de la distrofia muscular de Duchenne la práctica de ejercicio físico regular a baja intensidad podría atenuar la debilidad típica de esta patología<sup>100</sup>.

La población con **síndrome de Down** suele tener bajos niveles de actividad física, que se acompañan de manifestaciones típicas como la debilidad muscular, hipotonía, menor capacidad cardiovascular y falta de motivación. Esto puede condicionar la aparición de obesidad y diabetes mellitus tipo 2. Shields y cols., comprobaron los beneficios de implementar un programa de actividad física en adolescentes y adultos jóvenes con síndrome de Down. El estudio se realizó sobre

jóvenes de entre 14 y 22 años, encontrando que el entrenamiento mejoraba la resistencia muscular aumentando los niveles de actividad física<sup>101</sup>.

En niños con Síndrome de Down, un programa de entrenamiento los ayuda a caminar antes<sup>102</sup>. Lewis demostró, en un estudio, que la combinación de un entrenamiento aeróbico y fuerza muscular mejoró la función cardiopulmonar en estos pacientes<sup>103</sup>. Se concluyó que una actividad física intensa sería adecuada a la hora de prevenir la obesidad en el síndrome de down<sup>104</sup>.

El ejercicio aeróbico, incluido en los programas de actividad física en pacientes con síndrome de Down, es recomendable por la reducción del porcentaje de masa grasa en los niños<sup>105</sup>, aunque hay pocos estudios y en algunos los resultados son contradictorios<sup>106</sup>.

La supervisión es casi obligada para asegurar la intensidad de las sesiones y mantener a los niños motivados en el ejercicio, promoviendo el apoyo físico y la motivación<sup>101</sup>.

En niños con **hernia diafragmática congénita**, que es una anomalía que amenaza la vida del paciente<sup>107</sup>, la espirometría demostró una reducción del volumen espiratorio en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>)<sup>108</sup>.

Los niños con una hernia diafragmática congénita, que se encuentren en buenas condiciones clínicas, pueden aumentar su función pulmonar mediante el ejercicio físico. El estudio realizado por Turchetta et al.<sup>109</sup>, demuestra que los niños que participaban en las actividades deportivas tienen menos percepción de difícil esfuerzo y de la disnea, pudiendo tolerar mejor la tensión del entrenamiento<sup>110</sup>. Esta menor percepción de la disnea en niños que están activos físicamente, podría ser debido a la mejor eficiencia del sistema cardiorrespiratorio.

En este tipo patologías, el entrenamiento físico produce sobre el sistema respiratorio en los niños, un aumento de la ventilación, del volumen tidal y de la resistencia de los músculos respiratorios. Otra característica importante del ejercicio es que cuanto más se practica más fácil se vuelve el realizarlo<sup>111</sup>.

También está demostrada la utilidad de la rehabilitación respiratoria en niños con **escoliosis**. Se entiende como escoliosis a la curvatura lateral de la columna vertebral que asocia defectos pulmonares restrictivos que se manifiestan en un decremento de las pruebas de función respiratoria. En el estudio realizado por Solache en México en el año 2012 observó que tras la rehabilitación respiratoria el 88% de los pacientes quedaron asintomáticos. La saturación de oxígeno y la capacidad vital forzada se incrementaron significativamente<sup>112</sup>.

**Calidad de vida:** la realización de actividad física mejora la calidad de vida reduciendo las minusvalías en la tercera edad y los índices de mortalidad<sup>113,114</sup>.

### **E.- NORMATIVA ESCOLARIZACIÓN**

Actualmente los niños entre las edades 6-16 años tienen que estar escolarizados. El BOE dispone:

*En la ORDEN ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria.* La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, dispone en su artículo 6.4 que las Administraciones educativas establecerán el currículo de las distintas enseñanzas reguladas en la Ley, del que formarán parte los aspectos básicos del currículo que constituyen las enseñanzas mínimas. Fijadas por el Gobierno las enseñanzas mínimas de la Educación primaria en el Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, procede que el Ministerio de Educación y Ciencia establezca el currículo de esta etapa educativa para los centros que pertenecen a su ámbito de gestión.

*En su anexo III recoge el horario de las diferentes asignaturas para el Ciclo de Educación Primaria.*

#### **ANEXO III**

##### **Horario para la etapa de Educación primaria**

Áreas	Primer ciclo Horas/ semana	Segundo ciclo Horas/ semana	Tercer ciclo Horas/semana	
			5.º curso	6.º curso
Conocimiento del medio natural, social y cultural . . . . .	4	4	4	4
Educación artística . . . . .	3	2,5	2	2
Educación física . . . . .	3	2,5	2	2
Educación para la ciudadanía y los derechos humanos . . . .			2	
Lengua castellana y literatura	5	4	4	5
Lengua extranjera . . . . .	2	3	3	3
Matemáticas . . . . .	4	5	4	5
Religión * . . . . .	1,5	1,5	1,5	1,5
Recreo . . . . .	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Total . . . . .</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>

\* De acuerdo con lo establecido en la Disposición adicional segunda de la presente orden, los alumnos y alumnas que no cursen enseñanzas de Religión recibirán la debida atención educativa por parte de los centros.

Por lo tanto los niños escolarizados en Educación Primaria deben realizar ejercicio físico, es decir, cursar la asignatura de Educación Física, las siguientes números de horas:

- 1º y 2º de Primaria: 3 horas a la semana.
- 3º y 4º de Primaria: 2,5 horas a la semana.
- 5º y 6º de Primaria: 2 horas a la semana.

*En el REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.*

*También en su anexo III se recoge el horario de las diferentes asignaturas para el Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria.*

### ANEXO III

#### Horario

Horario escolar, expresado en horas, correspondiente a los contenidos básicos de las enseñanzas mínimas para la Educación secundaria obligatoria.

Para los tres primeros cursos:

Ciencias de la naturaleza .....	230
Ciencias sociales, geografía e historia .....	210
Educación física. ....	105
Educación para la ciudadanía y los derechos humanos .....	35
Educación plástica y visual .....	105
Lengua castellana y literatura .....	350
Lengua extranjera .....	315
Matemáticas .....	280
Música .....	105
Tecnologías .....	140
Religión .....	140

Para el cuarto curso:

Biología y geología .....	70*
Ciencias sociales, geografía e historia .....	70
Educación ético-cívica .....	35
Educación física .....	35
Educación plástica y visual .....	70*
Física y química .....	70*
Informática .....	70*
Latín .....	70*
Lengua castellana y literatura .....	125
Matemáticas .....	105
Música .....	70*
Primera lengua extranjera .....	105
Segunda lengua extranjera .....	70*
Tecnología .....	70*
Religión .....	35

\* El alumnado deberá elegir tres de las materias señaladas.



Por lo tanto los niños escolarizados en Educación Secundaria Obligatoria deben realizar ejercicio físico, es decir, cursar la asignatura de Educación Física, las siguientes números de horas:

1º, 2º y 3º de Secundaria: 3 horas a la semana.

4º de secundaria: 2,5 horas a la semana.

No obstante lo expuesto hasta ahora, modelo descentralizado de administración del sistema educativo español distribuye las competencias entre el Estado, las Comunidades Autónomas, las Administraciones Locales y los centros docentes. Así, en nuestra Comunidad Autónoma de Andalucía, hemos de tener en cuenta la Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía.

El artículo 27 de la Constitución Española reconoce que todas las personas tienen derecho a la educación y establece los principios esenciales sobre los que se sustenta el ejercicio de este derecho fundamental.

Por su parte, el artículo 52 del Estatuto de Autonomía para Andalucía, aprobado por la Ley Orgánica 2/2007, de 19 de marzo, de reforma del Estatuto de Autonomía para Andalucía, establece las competencias que corresponden a la Comunidad Autónoma en materia de enseñanza no universitaria; el artículo 10.3 2.º garantiza el acceso de todos los andaluces a una educación permanente y de calidad que les permita su realización personal y social, y el artículo 21 explicita los derechos concretos que deben respetarse y garantizarse en esta materia.

En su Artículo 51. Promoción del deporte en edad escolar: La Consejería competente en materia de educación promocionará la implantación de la práctica deportiva en los centros escolares en horario no lectivo, que tendrá, en todo caso, un carácter eminentemente formativo.

En esta etapa se encuentran ya plenamente implantadas las enseñanzas recogidas en la Ley Orgánica de Educación.

## **F.- JUSTIFICACION**

Todavía me acuerdo la satisfacción y emoción que sentí cuando acabé la carrera y supe que podía ponerme a estudiar el examen MIR. Diez largos meses por delante. Todo se veía con una especie de aura, un aura que me hacía percibir que era capaz de afrontar cualquier situación.

Mis padres casi o más contentos y emocionados que yo. En concreto mi padre, médico, pediatra-neonatólogo, veía como uno de sus hijos, el pequeño, seguiría sus pasos en la medicina.

Comencé a estudiar el MIR, de forma relajada (que se intensificaría más adelante). A los pocos meses, mi padre, en una sobremesa, me planteó la posibilidad de realizar los cursos de doctorado, para que se me abriese la puerta de escribir la tesis doctoral. Al principio lo recibí como algo extraño, me preguntaba “yo, ¿haciendo la tesis?, ¿para qué?”, pero la idea fue germinando en el interior. Miraba en la página de la Universidad de Málaga cursos de doctorado en ciencias de la salud. Sabía que el departamento de pediatría tenía unos cursos de doctorado, en los que con casi toda seguridad acabaría matriculado, pero quise conocer el resto. Ciertamente es que los cursos del departamento de pediatría fueron los que más me llamaron la atención, ya que posteriormente me permitiría un amplio abanico de posibilidades donde desarrollar la tesis. Además, debido a mi padre, conocía al departamento por lo que sentía que tenía el clima adecuado para realizarlo allí... así que me matriculé en los cursos de doctorado.

Tuve la suerte de que el primer año de los cursos de doctorado comenzaron tras realizar el examen MIR, por lo que no me influyeron en el estudio.

Comencé la residencia, en Medicina Familiar y Comunitaria en el centro de salud El Palo, en Málaga, con el primer año de los cursos de doctorado terminado. En el curso académico siguiente me matriculé del segundo año, de forma que tenía que elegir un director para la realización de la suficiencia investigadora. Este momento fue clave para mí y para el proyecto que presento. Me encontré siendo residente de primer año, de una especialidad que abarca todas las edades de la población, haciendo los cursos en el departamento de pediatría, y me surgen dudas, preguntas “¿qué tema realizo de pediatría? ¿Y qué tema escojo que pueda tener utilidad y que pueda desarrollar fuera del ámbito hospitalario pediátrico?” Ante estas dudas e incertidumbres decidí pensar en los temas que a mí me gustaban y que pudieran tener

relación con los niños, y lo que se me venía constantemente a la cabeza era la palabra “deporte”.

Una vez claro que me gustaría enfocar la suficiencia investigadora en el deporte en edad infantil, tocaba hacer la elección del tutor. Esto fue más fácil, tenía que ser el profesor Javier Pérez Frías, buen conocedor del tema, con el que tengo buena relación y además está conectado con el deporte (sus hermanos fueron jugadores del Málaga Club de Fútbol, uno de ellos es el actual médico del primer equipo y otro es el médico de la cantera) y es un profesional docente accesible.

Concertada la cita con Javier, le solicité que fuese mi tutor en el proyecto de la suficiencia investigadora y le propuse el tema que me gustaría investigar. Le dije que quería realizar el proyecto, y más adelante la tesis, relacionando pediatría y deporte, pero que no tenía claro cómo podía hacerlo. Simplemente me preguntó “¿crees que los niños que realizan deporte, como el fútbol, tienen mejor capacidad pulmonar que los niños que no lo realizan o que no practican deporte?”, a lo cual respondí casi sin pensarlo “pues claro”, y entonces me mandó la primera tarea, realizar una búsqueda bibliográfica que sustentase la afirmación que acababa de hacerle.

Así fue cómo me surgió la duda ante la respuesta que le había dado, por lo que realice una búsqueda general en google académico, webs de sociedades científicas (sociedad española de neumología pediátrica) y en pubmed, no encontrando bibliografía que me ayudase a sustentar que los niños que practican fútbol presentan mejor capacidad pulmonar que los que no lo practican, detectando así una laguna de conocimiento.

El segundo año del curso de doctorado lo invertí en aprender a realizar un correcto planteamiento de hipótesis, a la descripción de objetivos y variables,.. En definitiva, a la realización del proyecto de investigación, que defendería al final del segundo año. Durante este curso descubrí que compañeros de mi centro de salud (entre ellos mi tutor de la especialidad) tenían unos conocimientos, predisposición y entrega, que no pude rechazar, incluyéndolos en mi círculo de ayuda para la realización del proyecto.

En este ese momento, me encontraba cursando los primeros meses del segundo año de residencia y tenía finalizados los cursos de doctorado y aprobada la suficiencia investigadora. En definitiva me encontraba con el “permiso” para poder desarrollar la tesis doctoral, pero sentía que necesitaba un descanso, y me lo tomé.

Pasado unos meses, en una de las visitas que hacía con frecuencia a mi tutor en el centro de salud (ya que me encontraba rotando por el hospital), éste me preguntó que cómo llevaba el tema de la tesis, que si había decidido realizarla, a lo cual la respuesta fue “claro que sí, lo tengo en mente” pero que tenía que poner en orden

muchas cosas para hacerla. Como casualidades del destino, al día siguiente, me encuentro con Javier Pérez Frías, mi director del proyecto del doctorado, y me realizó la misma pregunta que me hizo mi tutor el día anterior. Parece que ese interés que mostraron en saber si iba a realizar la tesis, fue el empujón que me hacía falta para intentar poner en orden las cosas.

Y así hice.

Me encontraba de nuevo en un momento clave, pensamientos positivos y negativos que ejercían de fuerzas opuestas y me impedían avanzar y ver con claridad el proceso. Decidí realizar un método de análisis que había aprendido hace unos meses, el método DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.

#### **Debilidades:**

- Tiempo que se tarda en realizar la tesis: la aprobación del proyecto por el comité de ética, la búsqueda y recogida de los datos, la redacción escritura de la tesis. Suele ser de media unos dos años.
- Costo económico que tiene el realizar la tesis.
- Escaso peso de la tesis doctoral para el currículo individual en España si te quieres dedicar a la práctica asistencial.
- Falta de fecha límite para presentarla a corto plazo, y la consiguiente facilidad para posponer la decisión

#### **Amenazas:**

- Ambiente negativo. Fácil abandono ante la falta de reconocimiento entre los compañeros (no todos), los cuales no consideran importante realizar la tesis doctoral, ni siquiera lo ven interesante, de forma que me transmiten la duda de si “¿no perderé el tiempo”?
- Falta de colaboración institucional o individual. Posibilidad de no encontrar respuesta por parte de las instituciones y de los sujetos a estudiar para colaborar en el estudio.
- Crisis económica por la que está pasando el país: hace difícil la financiación externa del proyecto.

#### **Fortaleza:**

- Mi personalidad. Me gusta cubrir las lagunas de conocimiento que se me plantean. Me encantan los retos personales. He presentado comunicaciones a congresos pero nunca he realizado un trabajo de esta envergadura y con los formalismos que conlleva.

- Ambiente familiar positivo. Encuentro apoyo en cada uno de los miembros de mi familia, que me animan a intentar superarme cada día más. Además, mi padre, tiene una trayectoria profesional y académica amplia y cuenta con un reconocimiento positivo entre el colectivo médico, lo cual considero que es una fortaleza que debo aprovechar.

- Un acontecimiento vital me empujó a poner una fecha tope. Cuando comencé los cursos, me planteé como fecha límite para la lectura de la tesis el final de la residencia. De forma que me puse un límite externo, personal, para conseguir el objetivo. Y más actualmente, cuando sé, que a partir de final de la residencia (coinciden las fechas), tendré que dedicarle mi tiempo al nuevo miembro de la familia que viene en camino.

- El tema atrae. El deporte está bien considerado, es decir, los estudios que se realicen con el deporte parece que implican siempre un beneficio intrínseco. Además, si lo combinas con la edad pediátrica, mejor, ya que por lo niños...lo que haga falta, no hay límites.

- Independiente de la crisis, de la falta de financiación posible del proyecto, a priori, el costo económico que pueda suponer la realización total del proyecto no es muy elevado, por lo que podría afrontar los costos.

### **Oportunidades:**

- Creo que la época laboral que estoy viviendo, la residencia, es propicia para realizar este proyecto. Tengo acceso a mis tutores de especialidad, muchos de ellos con conocimientos suficientes en investigación y predisposición a ayudarme. Además cuento con los técnicos de la Unidad Docente a la que pertenezco que me han ofrecido su ayuda en todo momento.

- El ambiente positivo del cual estoy actualmente rodeado. Tengo buena relación con instituciones como la Universidad de Málaga y el Colegio Oficial de Médicos de Málaga. Dispongo de tutores de especialidad, en mi centro de salud, con la tesis doctoral realizada (suele ser inusual) que saben valorar adecuadamente mi esfuerzo.

- Ofrecimiento de colaboración de profesionales de otras áreas, urgencias, cardiología,... por lo que no me siento caminar sólo.

- Crisis económica por la que está pasando el país: lo veo tanto como una amenaza como una oportunidad, ya que le realizaré una prueba a los niños sin ningún costo para la familia ni para las instituciones, y además es una prueba con gran aceptabilidad porque se encarga de dar a conocer la capacidad pulmonar del niño.

- Falta de perspectiva laboral inmediata al terminar la residencia: actualmente las perspectivas de trabajo son malas, con una alta probabilidad, tras finalizar mi residencia, estaré sin trabajar, oportunidad que se me presenta para conseguir el objetivo de escribir la tesis si se me alargasen los plazos.

- Si realizo la tesis obtendré un beneficio metodológico, teórico y práctico. Un beneficio metodológico porque aprenderé minuciosamente cómo llevar a cabo un proyecto de investigación. Beneficio teórico porque cubriré esta laguna de conocimiento, y un beneficio práctico porque es la manera de obtener el máximo nivel académico.

Una vez analizadas las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades, observé que las fortalezas y oportunidades ~~son~~ eran superiores a las debilidades y amenazas, por lo tanto, el realizar la tesis tenía más aspectos positivos que negativos.

Me puse en contacto con mi tutor de especialidad, José María Santa Cruz Talledo, mi director del proyecto, Javier Pérez Frías y con mi padre, Manuel García del Río. Les presenté el análisis DAFO y la intención de realizar la tesis doctoral, solicitándoles a los tres que fueran mis directores del proyecto. Aceptaron.

Lo primero que hicimos fue una búsqueda bibliográfica general en los metabuscadores *Pubmed* y *Gerión* del Servicio Andaluz de Salud, así como en la web de la *sociedad española de neumología pediátrica* y el *google académico* encontrando diversa bibliografía en la que demostraba el efecto beneficioso del ejercicio físico a nivel cardiovascular y en enfermedades pulmonares, tal y como se ha descrito anteriormente.

Posteriormente se realizó una búsqueda centrada en el beneficio del ejercicio físico en la capacidad pulmonar en personas sanas. Además de realizar la búsqueda en los metabuscadores nombrados (*Pubmed* y *Gerión*), se amplió la búsqueda en la base de datos *Proquest dissertations & theses full text*, que es una base de datos de tesis doctorales, encontrándose un proyecto de investigación de tesis doctoral del año 2012, titulada “nivel de función pulmonar según espirometría portátil que presentan escolares entre trece y dieciséis años que practican fútbol tres veces a la semana en comparación a niños de la misma edad que no realizan la práctica de este deporte”, de la Universidad de Chile UCINF, que no se disponía texto completo online, por lo que no se pudo consultar. Además también realizamos búsqueda en la base de datos *SPORTDiscus with full text*, sin encontrar bibliografía adecuada para nuestro tema.

Demostrado todos los beneficios que tiene el ejercicio físico desde el punto de vista cardiovascular, tanto en prevención primaria, secundaria como terciaria, y al no encontrar bibliografía que avalase que el ejercicio físico produce una mejora en la prevención primaria desde el punto de vista pulmonar, entendiéndose como mejora de



la capacidad pulmonar (en concreto del  $FEV_1$ ) y de la calidad de vida en pacientes sanos, consideramos que existe una laguna de conocimiento, motivo que justifica este estudio.

Parte de la importancia que tiene el objetivo de nuestro estudio, deriva de la **magnitud** del problema, una alta prevalencia de niños que practican deporte extraescolar y a las indicaciones de la práctica deportiva como efecto beneficioso cardiovascular y pulmonar. Tiene una gran **trascendencia social**, ya que puede mejorar la función respiratoria y por lo tanto la calidad de vida. Es un problema con gran **vulnerabilidad**, ya que pautando ejercicio físico y creando hábitos de prácticas deportivas se adquieren beneficios para la salud y tiene una alta **factibilidad**, ya que la relación costo efectividad sería muy baja y se necesitaría escasa tecnología, pudiéndose mejorar con ampliar el horario de actividades deportivas escolares si fuese pertinente.

Las consecuencias de nuestro estudio, de demostrar que el ejercicio físico aumenta el  $FEV_1$  en niños sanos que practican deporte extraescolar controlado, serían:

\*En caso de encontrar diferencias y verificar la hipótesis principal, ganaría fuerza la recomendación de la práctica deportiva extraescolar habitual y controlada.

\*En caso de no demostrarse la hipótesis ganaría fuerza la recomendación de que la práctica deportiva habitual escolar sería suficiente, sin necesidad de suplementar con otras actividades deportivas en horario extraescolar.

## **G.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

**Hipótesis operativa:** Los niños varones con edades comprendidas entre los 6 y 13 años de edad, que realizan deporte (fútbol) de forma habitual y controlada como actividad extraescolar, presentan al menos un incremento del 10% en el parámetro de capacidad pulmonar  $FEV_1$ , en comparación con niños de esa misma edad que no realizan deporte de forma controlada.

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No encontramos diferencias en las cifras del  $FEV_1$ , entre los niños varones que realizan deporte (fútbol) de forma habitual y controlada y los niños que no realizan este tipo de práctica deportiva.

**Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** Existe una diferencia del 10% en las cifras de  $FEV_1$  entre los niños varones que realizan deporte (fútbol) de forma habitual y controlada y los niños que no realizan este tipo de práctica deportiva.

### Hipótesis estadística:

HIPOTESIS	TEST
Ho: El ejercicio físico controlado no mejora los valores de la capacidad pulmonar.	Prueba de la t de Student para muestras independientes, comparando las medias de los valores del FEV <sub>1</sub> .
H1: El ejercicio físico controlado mejora los valores de la capacidad pulmonar.	

### Objetivo principal:

Analizar las diferencias en las cifras del parámetro pulmonar FEV<sub>1</sub> en los niños varones con edades entre los 6 y 13 años que practican fútbol de forma habitual y controlada, con respecto a la población general, escolarizada, de esa misma edad que no estén federados en escuelas deportivas.

### Objetivos secundarios:

- Describir los parámetros antropométricos de los participantes.
- Detallar la actividad deportiva que realizan y con qué frecuencia en los dos grupos de niños.
- Describir las enfermedades pulmonares encontradas y la medicación utilizada.

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

## **A.- BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA**

A la hora de realizar la búsqueda bibliográfica se utilizaron los siguientes descriptores (MeSH):

Para mayor claridad, pondremos los MeSH en español y su traducción al inglés. Además se pondrá el significado concreto que le corresponde a cada uno y su localización en el árbol de términos.

### **\*\*Medidas capacidad pulmonar: Lung Volume Measurements**

Measurement of the amount of air that the lungs may contain at various points in the respiratory cycle.

[All MeSH Categories](#)  
[Analytical, Diagnostic and Therapeutic Techniques and Equipment](#)  
[Category](#)  
[Diagnosis](#)  
[Diagnostic Techniques and Procedures](#)  
[Diagnostic Techniques, Respiratory System](#)  
[Respiratory Function Tests](#)  
**Lung Volume Measurements**

### **\*\*Espirometría: Spirometry**

Measurement of volume of air inhaled or exhaled by the lung.

[All MeSH Categories](#)  
[Analytical, Diagnostic and Therapeutic Techniques and Equipment](#)  
[Category](#)  
[Diagnosis](#)  
[Diagnostic Techniques and Procedures](#)  
[Diagnostic Techniques, Respiratory System](#)  
[Respiratory Function Tests](#)  
**Spirometry**

### **\*\*Volumen Expirado Forzado: Forced Expiratory Volume**

Measure of the maximum amount of air that can be expelled in a given number of seconds during a FORCED VITAL CAPACITY determination. It is usually given as FEV followed by a subscript indicating the number of seconds over which the measurement is made, although it is sometimes given as a percentage of forced vital capacity.

[All MeSH Categories](#)  
[Analytical, Diagnostic and Therapeutic Techniques and Equipment](#)  
[Category](#)  
[Diagnosis](#)  
[Diagnostic Techniques and Procedures](#)

[Diagnostic Techniques, Respiratory System](#)  
[Respiratory Function Tests](#)  
[Pulmonary Ventilation](#)  
**Forced Expiratory Volume**

**\*\*Niño: Child**

A person 6 to 12 years of age. An individual 2 to 5 years old is CHILD, PRESCHOOL.

[All MeSH Categories](#)  
[Persons Category](#)  
[Persons](#)  
[Age Groups](#)  
**Child**

**\*\*Varón: Male:**

[All MeSH Categories](#)  
[Check Tags Category](#)  
**Male**

**\*\*Deportes: Sports**

Activities or games, usually involving physical effort or skill. Reasons for engagement in sports include pleasure, competition, and/or financial reward.

[All MeSH Categories](#)  
[Anthropology, Education, Sociology and Social Phenomena Category](#)  
[Human Activities](#)  
[Leisure Activities](#)  
[Recreation](#)  
**Sports**

**\*\*Football:**

A competitive team sport played on a rectangular field. This is the American or Canadian version of the game and also includes the form known as rugby. It does not include non-North American football (= SOCCER).

**\*\*Soccer**

A game in which a round inflated ball is advanced by kicking or propelling with any part of the body except the hands or arms. The object of the game is to place the ball in opposite goals.

[All MeSH Categories](#)  
[Anthropology, Education, Sociology and Social Phenomena Category](#)  
[Human Activities](#)  
[Leisure Activities](#)  
[Recreation](#)  
[Sports](#)  
**Soccer**

## **\*\*Ejercicio: Exercise**

Physical activity which is usually regular and done with the intention of improving or maintaining PHYSICAL FITNESS or HEALTH. Contrast with PHYSICAL EXERTION which is concerned largely with the physiologic and metabolic response to energy expenditure.

[All MeSH Categories](#)  
[Phenomena and Processes Category](#)  
[Musculoskeletal and Neural Physiological Phenomena](#)  
[Musculoskeletal Physiological Phenomena](#)  
[Musculoskeletal Physiological Processes](#)  
[Movement](#)  
[Motor Activity](#)  
**Exercise**

## **\*\*Educación física y entrenamiento: Physical Education and Training**

Instructional programs in the care and development of the body, often in schools. The concept does not include prescribed exercises, which is EXERCISE THERAPY.

[All MeSH Categories](#)  
[Anthropology, Education, Sociology and Social Phenomena Category](#)  
[Education](#)  
[Education, Nonprofessional](#)  
**Physical Education and Training**

## **\*\*Sano: Health**

The state of the organism when it functions optimally without evidence of disease.

[All MeSH Categories](#)  
[Health Care Category](#)  
[Population Characteristics](#)  
**Health**

Por lo tanto los descriptores que usamos para la búsqueda fueron:

- |                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| #1 •Lung Volume Measurements        | #6 •Sports   |
| #2 •Spirometry                      | #7 •Soccer   |
| #3 •Forced Expiratory Volume        | #8 •Exercise |
| #4 •Child                           | #9 •Male     |
| #5 •Physical Education and Training | #10•Health   |

Todos estos descriptores se utilizaron para la búsqueda en los siguientes metabuscadores: *The Cochrane Library*, MEDLINE, PUBMED, Gerión de la Biblioteca Virtual del Sistema Sanitario Público Andalúz, EMBASE, índice Médico Español (IME), Science Citation Index Expanded, SPORTDiscus with Full Text, ProQuest Dissertations &Theses Full Text y en la base de datos de tesis doctorales Teseo. En PUBMED se exploraron también los enlaces correspondientes a “artículos relacionados”.



Como ejemplo pormenorizado de la utilización de estos metabuscadores, expondremos el usado en PUBMED.

Se hicieron varias búsquedas combinando los diferentes MeSH:

#1 and #2 and #3 and #4 and #8

((("Lung Volume Measurements"[Mesh]) AND "Spirometry"[Mesh]) AND "Forced Expiratory Volume"[Mesh]) AND "Child"[Mesh]) AND "Exercise"[Mesh]

Salieron diez resultados de los cuales seis artículos fueron seleccionados para su análisis.

#2 and #1 and #3 and #4 and #7

((("Spirometry"[Mesh]) AND "Lung Volume Measurements"[Mesh]) AND "Forced Expiratory Volume"[Mesh]) AND "Child"[Mesh]) AND "Soccer"[Mesh]

No se encontraron citas bibliográficas.

#1 and #2 and #3 and #4 and #5

((("Lung Volume Measurements"[Mesh]) AND "Spirometry"[Mesh]) AND "Forced Expiratory Volume"[Mesh]) AND "Child"[Mesh]) AND "Physical Education and Training"[Mesh]

Mostró un solo artículo que ya había sido encontrado en la búsqueda anterior.

#2 and #4 and #8

((("Spirometry"[Mesh]) AND "Child"[Mesh]) AND "Exercise"[Mesh])

Se localizaron setenta y nueve artículos, de los cuales dieciocho eran de nuestro interés. En tres de ellos no se disponía del resumen. Posteriormente filtramos a los artículos publicados en los últimos cinco años, quedando reducido el número a ocho publicaciones.

#4 and #2 and #7

((("Child"[Mesh]) AND "Spirometry"[Mesh]) AND "Soccer"[Mesh])

No se encontraron citas bibliográficas.

#4 and #2 and #5

((("Child"[Mesh]) AND "Spirometry"[Mesh]) AND "Physical Education and Training"[Mesh])

Se encontraron veintitrés artículos. Seleccionamos nueve de ellos, de los cuales ninguno fue escrito en los últimos cinco años. Siete de ellos no tenían resumen.

#### #3 and #4 and #5

((("Forced Expiratory Volume"[Mesh]) AND "Child"[Mesh]) AND "Physical Education and Training"[Mesh])

Se encontraron seis artículos. Dos de ellos nos interesaron para nuestro estudio. Ninguno de los seis fue publicado en los últimos cinco años.

#### #1 and #4 and #5

((("Lung Volume Measurements"[Mesh]) AND "Child"[Mesh]) AND "Physical Education and Training"[Mesh])

Se encontraron treinta y dos artículos. Seleccionamos diez de ellos de entre los cuales no se disponían de resumen en tres.

#### #1 and #6

("Forced Expiratory Volume"[Mesh]) AND "Sports"[Mesh]

Se encontraron seiscientos cincuenta y uno artículos. Filtramos por fecha para los últimos diez años, quedando trescientos cincuenta y dos artículos. Al filtrar por los últimos cinco años nos mostró ciento ochenta y cinco publicaciones. De éstos se seleccionaron cuarenta y seis artículos. En dos no se dispone de resumen.

#### #1 and #4 and #6

((("Forced Expiratory Volume"[Mesh]) AND "Sports"[Mesh]) AND "Child"[Mesh])

Se encontraron cincuenta y nueve, que tras realizar filtro para los últimos diez años, se quedaron en veintiún artículos. De estos se seleccionaron once artículos y en dos no se disponía de resumen.

#### #3 and #10 and # 4

((("Forced Expiratory Volume"[Mesh]) AND "Health"[Mesh]) AND "Child"[Mesh])

Se encontraron sesenta y tres artículos. Se realizó un filtro para los últimos cinco años, mostrando trece de ellos. Nos interesaron seis, de los cuales en 2 no se disponían de los resúmenes.

#### #10 and #3 and # 4 and # 6

((("Health"[Mesh]) AND "Forced Expiratory Volume"[Mesh]) AND "Child"[Mesh]) AND "Sports"[Mesh]

Esta búsqueda nos mostró veinticuatro estudios que tras ser filtrado en los últimos cinco años se redujeron a ocho. Todos ellos ya fueron valorados en las exploraciones previas.

\*\*Se ha observado que el MeSH “soccer” es muy limitante, puesto que cuando lo usamos para realizar una búsqueda no encuentra ningún artículo.

\*\*El MeSH “male” también se ha observado limitante, de forma que en las diferentes búsquedas realizadas al añadir este MeSH lo único que se conseguía era encontrar algunos pocos artículos, por lo que consideramos no usarlo para realizar la búsqueda.

\*\*En las diferentes búsquedas observamos que muchos de los artículos seleccionados se repetían en varias de ellas.

Finalizada la búsqueda y eliminando los artículos repetidos, nos encontramos con un total de ochenta y dos estudios, que nos sirvieron para justificar este trabajo y ayudarnos en la discusión.

## **B.- MATERIAL**

Vitalograph COPD-6, es un dispositivo para la medición del FEV<sub>1</sub>, portátil que no nos da información de la curva flujo-volumen, solamente nos aporta los valores de la medición de FEV<sub>1</sub> en su pantalla digital, valor que es registrado en la hoja individual de datos.

Vitalograph COPD-6 está diseñado según normas de calidad vigente y otras como:

- Directiva Europea de Productos Sanitarios 93/42/EEC y con la Directiva EMC 89/336/EC.
- Canadian Medical Device Regulation (CMDR)
- FDA Quality System Regulation (QSR) 21 CFR 820.
- EN ISO 13485: 2003. Dispositivos médicos. Sistemas de manejo de calidad.

Se dispone de toda la información en su página web: [www.vitalograph.co.uk](http://www.vitalograph.co.uk)

Mediante una cinta métrica, se realizó un altímetro manual, fijándolo sobre una pared lisa, para facilitar la medición de la altura del niño.

Con una báscula digital, modelo *MOD. KEMGB150K10*, de la casa comercial Kern, que consta de certificado de calibración DKD, se obtuvo el peso del niño.

Se usó además ordenador portátil, con paquete de Microsoft Office, para la elaboración del texto e introducción de datos. Además de disponer del programa estadístico SPSS 17.0

## **C.- MÉTODO**

### **Diseño del estudio:**

Estudio descriptivo transversal.

### **Variable dependiente o resultado. Definición de la condición a estudiar:**

La variable dependiente del estudio es el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub> o VEMS).

El FEV1 es el parámetro más empleado de función pulmonar. Es dependiente del esfuerzo y tiene una reproducibilidad elevada. Su disminución puede reflejar patología obstructiva o restrictiva. Se utiliza también para valorar la respuesta a las pruebas broncodilatadoras y de hiperrespuesta bronquial, por lo que se considera el patrón oro de la evaluación en el asma<sup>115</sup>.

La espirometría se puede realizar con los sujetos sentados o de pie. La utilización de pinzas nasales, aunque generalmente recomendadas y toleradas para la mayoría de los niños, no es obligatoria para obtener un registro aceptable. Los chicos deben efectuar una inspiración máxima, rápida y no forzada, hasta la capacidad pulmonar total. A continuación hay que animarlo a expulsar todo el aire que sea capaz, lo más rápidamente posible y hasta que cese el flujo. Los valores obtenidos se tienen que comparar con los valores de referencia para la edad, sexo y grupo étnico, y se expresa como valor absoluto (litros), y como porcentaje respecto del valor teórico.

Aunque los principios generales de la espirometría forzada en edad pediátrica son los mismos que en los adultos, se deben tener en cuenta algunas características especiales: hay que ajustar los criterios de reproducibilidad para unos flujos y volúmenes más pequeños en valores absolutos, se pueden necesitar más intentos para aprender a realizar una curva flujo-volumen adecuada, y hay que considerar que el vaciado pulmonar puede ocurrir de una manera mucho más rápida que en los adultos, pudiendo estar completada la espiración en los niños preescolares en un segundo<sup>116</sup>.

Los criterios recomendados para considerar adecuada una espirometría en niños y que hemos considerado en la presente investigación incluyen<sup>116</sup>:

1.- La duración total de la espiración forzada puede ser menor que los 6 segundos recomendados para los adultos.

2.- La duración debe ser mayor de 1 segundo en los niños entre 6-7 años y al menos 2 segundos en los niños de 8 ó más años, siempre que haya un acercamiento asintótico entre la curva del flujo y la del volumen o la curva del volumen y la del tiempo.

3.- En los niños preescolares la duración puede ser menor de 1 segundo (se valora el volumen espiratorio forzado a los 0.5 segundos, 0.75 segundos y 1 segundo; FEV 0.5, FEV 0.75 y FEV1).

4.- Para considerar una reproducibilidad adecuada, la diferencia entre la primera y la segunda mejores lecturas de FVC y FEV1 deben ser inferiores al 5% en los escolares, y en los niños preescolares al 10%. El número de maniobras a realizar no debe ser superior a 8 en los niños mayores, y puede ser mayor en los niños preescolares, mientras no muestren signos de fatiga. Hay que obtener tres curvas técnicamente adecuadas.

En nuestro estudio no usamos las pinzas nasales y el niño estaba situado de pie. Para evitar la inclinación del cuerpo durante la maniobra se colocó la mano sobre su hombro. El chico tuvo que colocar la boquilla (desechable) entre los dientes sin llegar a morderla ni deformarla y sellándola con los labios. Estos debieron estar bien ajustados para que no se escapara el aire.

El dispositivo que se usó para la medición del FEV<sub>1</sub> fue el Vitalograph COPD-6, un dispositivo portátil que no nos da información de la curva flujo-volumen, solamente nos aporta los valores de la medición de FEV<sub>1</sub> en su pantalla digital, valor que es registrado en la hoja individual de datos.

### **Población:**

El estudio se realiza en edad pediátrica, siendo en España considerada hasta los 13 años de edad.

Tenemos dos grupos: el grupo estudio y el grupo comparación. Por lo tanto tendremos 2 poblaciones elegibles.

Grupo estudio: la población elegible sería niños varones, de entre 6 y 13 años de edad, que practiquen fútbol en equipos federados en Málaga.

Grupo comparación: la población elegible sería niños varones, de entre 6 y 13 años de edad, que estén escolarizados y que no estén federados en escuelas deportivas.

### **Técnicas utilizadas para la selección de la muestra:**

Una vez conocida la población elegible para cada uno de los grupos se realizó un muestro por conveniencia, por ser tanto el director de la escuela deportiva del Málaga CF y el director del colegio El Romeral, los primeros que contestaron afirmativamente para ser incluidos en el estudio.

Para el grupo estudio se seleccionó la escuela deportiva del Málaga CF.

Para el grupo comparación se seleccionó el colegio El Romeral.

El Colegio “El Romeral”, en un colegio que cuenta con más de 40 años de experiencia, tiene una filosofía religiosa. Se encuentra actualmente situado en una zona de nivel socio-económico medio, considerada como zona universitaria, pues la gran mayoría de facultades de la Universidad de Málaga se encuentran cercanas a él. El colegio tiene una oferta educativa desde infantil hasta bachillerato. Es un colegio privado, pagándose una cuota mensual para cursar los estudios. Tiene aproximadamente unos 1000 alumnos. Ofrece servicio de comedor, transporte, aula matinal y actividades extraescolares. Es un centro bilingüe autorizado por la Junta de Andalucía para las etapas de primaria y secundaria. Los alumnos que asisten a este colegio habitualmente se corresponden con un nivel socioeconómico alto.

Una vez realizado el muestreo aplicamos los criterios de inclusión y exclusión para obtener los sujetos de nuestro estudio.

### **Criterios de inclusión:**

#### **Grupo comparación:**

- 1.- Los niños debían estar escolarizados.
- 2.- Tuvieron que ser autorizados por sus padres y/o tutor en todos los casos. En niños de 12 ó más años, se contó además con su autorización escrita.

#### **Grupo intervención:**

- 1.- Los niños debían estar escolarizados.



2.- Pertenecer a la cantera de una escuela deportiva de fútbol, cumpliendo con el rendimiento deportivo exigido para ello.

3.- Tuvieron que ser autorizados por sus padres y/o tutor en todos los casos. En niños de 12 ó más años, se contó además con su autorización escrita.

### **Criterios de exclusión:**

1.- Niños con patología respiratoria crónica y/o aguda (que esté cursando en el momento de la prueba con un cuadro respiratorio que pueda afectar al valor FEV<sub>1</sub>).

2.- Que estén tomando o hayan tomado medicación, inhalada o no inhalada (Agonistas β<sub>2</sub>-adrenérgicos de acción corta, Agonistas β<sub>2</sub>-adrenérgicos de acción larga, Agonistas β<sub>2</sub>-adrenérgicos de acción ultra-larga, Anticolinérgicos de acción corta, Anticolinérgicos de acción larga, Teofilinas retardadas, corticoides), en las 48 horas previas a la realización de la prueba, por patología respiratoria<sup>117</sup>.

3.- Niños que realicen una actividad extraescolar física susceptible a poder ser incluido en el grupo intervención (similar a pertenecer a una escuela deportiva)

4.- Niños que no realicen la prueba espirométrica adecuadamente

5.- Niños a los que tras ser llamados, en 2 convocatorias diferentes, no realizan la prueba por no estar presentes.

### **Tamaño muestral:**


Se calcula el tamaño muestral necesario para detectar diferencias del 10% en el parámetro FEV<sub>1</sub> entre ambos grupos, con una potencia estadística del 80% y un nivel de confianza del 95%.

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2} = \frac{2(1,96 + 0,8)^2 * 0,84^2}{0,34^2} = \frac{2(2,8)^2 * 0,7569}{0,1156} =$$
$$= \frac{11,8681}{0,1156} = 102,66 \text{ pacientes; redondeamos a } 103 \text{ PACIENTES}$$

Donde:

  $n$ = tamaño muestral necesario

  $Z^2 = 1.96^2$  (considerando una seguridad del 95%)

  $Z_\beta$ = potencia estadística. 0.84

  $S^2$ = desviación estándar. Según bibliografía es de 0.87<sup>26</sup>

$d$ = diferencia que queremos encontrar. En nuestro caso es del 10%. En la bibliografía encontramos que la media del FEV<sub>1</sub> en litros es de 3.4, por lo que el 10% sería 0,34<sup>118, 119</sup>.

### TAMAÑO MUESTRAL NECESARIO N=103 PACIENTES

Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión referidos anteriormente, el número de niños del grupo intervención se quedó en 116, todos incluidos en el estudio.

Dentro del grupo control, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión nos quedamos con un total de 252 niños susceptibles de estudio.

Para una mayor comparabilidad de los grupos y evitar un sesgo debido a la diferente pirámide poblacional por edad que podría haber en el grupo control, se decidió seleccionar controlando por edad, de manera que quedasen el mismo número de niños por cada grupo edad, tanto en el grupo intervención como grupo control.

Para seleccionar a los niños participantes en el grupo control, se realizó una tabla de números aleatorios por grupo de edad.

**Técnicas de enmascaramiento:** No han sido necesarias para los objetivos del estudio.

### Observaciones realizadas:

Una vez confirmada la participación de las dos instituciones: Colegio El Romeral y Escuela Deportiva del Málaga CF, nos pusimos en contacto, tanto con los profesores como con los entrenadores. Les hicimos llegar a los padres, una carta explicativa de la prueba (anexo 1), una hoja para la autorización para realizar la prueba (tanto para los padres y/o tutores y, para el niño si tiene 12 ó más años) (anexo 2 y anexo 3), y una encuesta de antecedentes personales del niño (anexo 4).

Anexo 1. Carta informativa a los padres y/o tutores

*Estimados Padres:*

*Me llamo Juan Pablo García Paine, soy Licenciado en Medicina y Cirugía, estoy realizando la tesis doctoral en el campo de la pediatría, concretamente en valorar “deporte y capacidad respiratoria en niños”, estaría interesado, para mi estudio, en realizarle una prueba a su hijo para valorar la capacidad pulmonar del mismo. Es una técnica rápida y sin daño para él. Además mediré peso y talla.*

*Los resultados serán usados exclusivamente para el estudio y no serán revelados a ninguna otra fuente, ni serán usados los nombres de los participantes en ningún momento del proceso, respetando el anonimato, siendo confidencial toda la información que me aporten.*

*Les adjunto una hoja de autorización para poder incluirlos en el proyecto.*

*Les adjunto así mismo una encuesta con algunas preguntas que me serán útiles para las conclusiones del estudio.*

*Se le informará del resultado de la prueba respiratoria realizada a su hijo.*

*De antemano muy agradecido por su tiempo y disponibilidad.*

*Juan Pablo García Paine*

*Residente Medicina Familiar y Comunitaria*

Tras recoger las autorizaciones de los padres pudimos conocer cuáles eran los interesados en participar en nuestro estudio, ya que en principio trabajamos con todos los niños que han sido autorizados para ello y que posteriormente se le aplicaría el resto de criterios de exclusión e inclusión.

Anexo 2. Hoja autorización de los padres y/o tutores



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

Estimados Padres:

Soy antiguo alumno del Colegio El Romeral, Licenciado en Medicina y Cirugía, estoy realizando la tesis doctoral en el campo de la pediatría, concretamente en valorar "deporte y capacidad respiratoria en niños", estaría interesado, para mi estudio, en realizarle una prueba a su hijo para valorar la capacidad pulmonar del mismo. Es una técnica rápida y sin daño para su hijo. Además medirá peso y talla.

Los resultados serán usados exclusivamente para el estudio y no serán revelados a ninguna otra fuente, ni serán usados los nombres de los participantes en ningún momento del estudio, respetando el anonimato, siendo confidencial toda la información que me aporten.

Les adjunto una hoja de autorización para poder incluirlos en el estudio.

Les adjunto así mismo una encuesta con algunas preguntas que me serán útiles para las conclusiones del estudio.

Si en la medición de la capacidad pulmonar se detectara alguna posible anomalía se le haría llegar para que tuvieran constancia del mismo.

De antemano muy agradecido por su tiempo y disponibilidad.

Juan Pablo García Paine

Residente Medicina Familiar y Comunitaria

Autorizo a mi hijo .....  
del curso ..... a participar en el proyecto de investigación realizando una prueba de  
medición de la capacidad pulmonar

Fdo: .....  
Málaga, a ..... de ..... de 2011

1º ESO L


Juan Pablo García Paine

**ANEXO 3**

**Autorización para mayores de 12 años de edad**

Yo .....  
teniendo 12 o más años de edad, doy mi consentimiento para participar en el proyecto de investigación realizando una prueba de medición de la capacidad pulmonar.

24-4-99

 Rdo: .....

Malaga, a .....7.....de Mayo.....de 2012

**Información de cómo se realizará la prueba**

El niño realizará la prueba de pie. Se le indicará que tiene que realizar la espiración lo más rápida y fuerte posible hasta el vaciamiento total del aire. Para evitar la inclinación del cuerpo durante la maniobra pondré la mano en el hombro del niño. El niño deberá colocar la boquilla (desechable) entre los dientes sin llegar a morderla ni deformarla y sellándola con los labios. Estos deberán estar bien ajustados para que no se escape el aire. Para iniciar la maniobra le solicitaré que realice una inspiración máxima y, tras una pausa breve, se le pedirá mediante una orden tajante que inicie la maniobra y se le estimulará durante toda ella para obtener un adecuado resultado.

Acordé citas, tanto con los profesores como con los entrenadores de la Escuela Deportiva del Málaga CF, para acudir al centro escolar y lugar de entrenamiento, para la realización de las pruebas.

Anexo 4. Hoja antecedentes personales del niño



ENCUESTA SOBRE ANTECEDENTES PERSONALES DEL PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO

Nombre:.....

Edad: 7 AÑOS

Curso: 1º PRIMARIA

¿Operado Quirúrgicamente? SI

¿De que lo han intervenido?.....

¿Tiene alguna enfermedad del aparato respiratorio? Por ejemplo Asma, Hiperreactividad bronquial,..... NO

¿Toma alguna medicación relacionado con el aparato respiratorio? (Salbutamol, Budesonida, Montelukast....ejemplos de marcas comerciales como Ventolin®, Pulmicort®, Symbicort®, Seretide®, Singulair®)..... NO

¿Realiza alguna actividad extraescolar deportiva?..... SI

¿Qué deporte practica? FÚTBOL

¿Cuántas veces a la semana? DOS

¿Cuántas horas por día? UNA HORA Y QUINCE MINUTOS

A la hora de realizar la prueba, se llamó a grupos de 3 sujetos, a los cuales se les explicaba en qué consistía la misma, para qué servía y cómo debían realizarla. Mediante una cinta métrica, se realizó un tallímetro, fijándolo sobre una pared lisa, para facilitar la medición de la altura del niño (estando descalzo). Con una báscula digital se obtuvo el peso. Todos los valores fueron recogidos en una hoja individual de recogida de datos (anexo 5). Tras adquirir los valores necesarios para la realización de la prueba se introdujeron en el dispositivo Vitalograph COPD-6 y se realizó la



espiración máxima (tal y como se ha explicado en apartados anteriores) obteniendo los resultados de FEV<sub>1</sub> en valor absoluto (litros) y en valor porcentual, en relación teórica para su edad, sexo y altura, resultados que se apuntaban en la hoja individual de recogida datos.

Anexo 5. Hoja individual de recogida de datos

024

Nombre.....

Sexo..... Varón ..... Curso..... 1º 17 EP .....

Edad..... 7 ..... Peso..... 24'9 .....kg

Talla..... 126 .....cm

FEV1 absoluto:..... 1'52 // 1'58 // 1'70 .....litros

FEV1 porcentual:..... 95% // 99% // 100% .....

FEV1/FEV6:.....  $\frac{1'00 - 105\%}{1'52} // \frac{0'99 - 104\%}{1'60} // \frac{1'00 - 105\%}{1'60}$  .....

F No. 23-3-04

### **Variables independientes o explicativas:**

Son aquellas que condicionan o determinan el valor de la variable dependiente o resultado:

Relacionadas con la patología respiratoria tenemos:

- 1.- existencia o no de enfermedad pulmonar. Variable cualitativa, dicotómica.
- 2.- tipo de patología respiratoria que padece. Variable cualitativa nominal.
- 3.- ¿usa medicación para patología respiratoria? Variable cualitativa dicotómica.
- 4.- número de fármacos que toma. Variable cuantitativa discreta.
- 5.- ¿ha usado la medicación en las últimas 48 horas? Variable cualitativa dicotómica.
- 6.- tipo de medicación pautada.

Relacionadas con los antecedentes de intervención quirúrgica:

- 7.- intervenido o no quirúrgicamente. Variable cualitativa dicotómica.
- 8.- número de intervenciones. Cuantitativa discreta.
- 9.- tipo de intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal.
- 10.- ¿afecta o no la intervención quirúrgica al sistema respiratorio? Variable cualitativa dicotómica.

Relacionadas con la actividad deportiva extraescolar:

- 11.- si realiza o no actividad deportiva extraescolar. Variable cualitativa dicotómica.
- 12.- tipo de actividad deportiva. Variable cualitativa nominal.

13.- número de deportes diferentes que practica. Variable cuantitativa discreta.

14.- número de días a la semana que lo practica. Variable cuantitativa discreta.

15.- número de horas por día que lo practica. Variable cuantitativa continua.

### **Variables universales:**

Son las variables que están presentes en todos los sujetos del estudio:

1.- Edad: es una variable cuantitativa continua. Se considera como la edad que tiene el niño el día que realiza la prueba. El valor es numérico. Trabajaremos en años (ejemplo: 12 años) como en meses (ejemplo: 144 meses).

2.- Género: en nuestro estudio son todos de género masculino. Por lo que a partir de este momento no se trabajará como variable.

3.- Talla: es una variable cuantitativa continua. Se considera como la altura que tiene el niño en el momento de realizar la prueba, estando éste descalzo. Su valor es numérico y lo trabajaremos tanto en centímetros (ejemplo: 172 cm) como en metros (ejemplo: 1,72 m).

4.- Peso: es una variable cuantitativa continua. Se considera el peso del niño en el momento de realizar la prueba, que se mide, en ese momento, mediante peso digital *MOD. KEMGB150K10*, de la casa comercial Kern. Su valor es numérico y se trabaja en kilogramos (ejemplo: 32,4 kg).

5.- Índice de Masa Corporal (IMC): es una variable, secundaria, cuantitativa continua. Se obtiene del cociente entre el peso (en kilogramos) y la altura del niño (en metros<sup>2</sup>). Kg/m<sup>2</sup>. Además, dado que para la edad pediátrica existen unas curvas específicas de crecimiento, tanto para la talla como el peso, calcularemos en qué percentil se

encuentra cada uno de los niños. Usaremos una aplicación de la Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica<sup>120</sup> que se basa en las curvas realizadas por Fernández et al. en 2011<sup>121</sup>. Recodificaremos esta variable, según la clasificación de los percentiles del IMC, del CDC, Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades<sup>122,123</sup>.

- Bajo peso: menor del percentil 5
- Normopeso: entre percentil 5 hasta por debajo del percentil 85
- Sobrepeso: entre percentil 85 hasta por debajo del percentil 95
- Obesidad: por encima del percentil 95

	VARIABLE	TIPO	FORMATO	VALORES
VARIABLES INDEPENDIENTES	Grupo	Cualitativa dicotómica (nominal)	Grupo de inclusión del sujeto.	0= comparación 1= estudio
	Edad	Cuantitativa continua (escalar)	Edad, en el momento de realizar la prueba, en años y en meses.	Numérica (ejemplo: 12)
	Talla	Cuantitativa continua (escalar)	Altura del sujeto en centímetros y en metros en el momento de realizar la prueba.	Numérica (ejemplo: 172 cm, 1,72m)
	Peso	Cuantitativa continua (escalar)	Peso en kilogramos el día que realiza la prueba	Numérica (ejemplo: 32,3)
	Índice Masa Corporal (IMC)	Cuantitativa continua (escalar)	Cociente entre el peso (kilogramos) y la altura del sujeto (metros) <sup>2</sup>	Numérica (ejemplo: 16,4 kg/m <sup>2</sup> ; 18,2 kg/m <sup>2</sup> ;....)

Patología respiratoria	Cualitativa dicotómica (nominal)	Presencia de enfermedad pulmonar: si/no	1: si 2: no  Ejem: Asma,...
	Cualitativa nominal (nominal)	Tipo de Patología respiratoria	1: si 2: no
	Cualitativa dicotómica (nominal)	Toma medicación: si/no	Ejem: 1, 2,...
	Cuantitativa discreta (escalar)	Número de fármacos	1: si 2: no
	Cualitativa dicotómica (nominal)	¿Usó medicación hace menos de 48 horas?	Ejem: salbutamol,...
	Cualitativa nominal (nominal)	Tipo medicación	
Intervención quirúrgica	Cualitativa dicotómica (nominal)	Intervenido: Si/no	1: si 2: no
	Cuantitativa discreta (escalar)	Número de intervenciones	Ejem: 1, 2, 3,...
	Cualitativa nominal (nominal)	Tipo de intervención quirúrgica	Ejem:lobectomía,...
	Cualitativa dicotómica (nominal)	¿La intervención afecta a la capacidad pulmonar?	1:si 2: no

	Actividad deportiva extraescolar	Cualitativa dicotómica (nominal)	Realidad actividad deportiva extraescolar	1: si 2: no
		Cualitativa nominal (nominal)	Tipo de actividad	Fútbol, tenis,...
		Cuantitativa discreta (escalar)	Número de deportes diferentes	1, 2, 3, ...
		Cuantitativa discreta (escalar)	Días a la semana	1, 2, 3, ...
		Cuantitativa continua (escalar)	Horas por día	1, 2, 3,...
VARIABLES DEPENDIENTES	FEV <sub>1</sub>	Cuantitativa continua (escalar)	En litros	ejemplo 1,35 litros
	FEV <sub>1</sub> %	Cuantitativa continua (escalar)	Porcentaje teórico	ejemplo 89%

## Técnica de análisis. Análisis estadístico<sup>124</sup>

### Análisis univariante:

Nos sirve para clasificar, describir, resumir y analizar las muestras y como fuente de errores a la hora de introducir los datos.

El resultado de todas las variables cualitativas se dará mediante la frecuencia absoluta (número de ocasiones en las que se ha dado cada una de las categorías de la variable que queramos resumir) y la frecuencia relativa (proporción de veces que sea dado cada una de las categorías de la variable). La representación gráfica se realizará mediante diagrama de barras.



El resultado de las variables cuantitativas, en caso de que las distribuciones sean homogéneas usaremos la media y la desviación típica (resume la distancia que suele darse entre cada observación y la media, en su cálculo intervienen todos y cada uno de los valores); y en caso de que las distribuciones sean asimétricas, usaremos la mediana (es el valor que cumple que la mitad de los valores de la variable son inferiores a él y la otra mitad son superiores) y el rango intercuartílico (es la diferencia entre el tercer y el primer cuartil). Para conocer si la distribución es homogénea o no usaremos el coeficiente de simetría que mide la mayor o menor asimetría de la distribución; si es igual a 0 indica que la distribución es simétrica, si la distribución es asimétrica a la derecha el resultado será positivo; y si es asimétrica a la izquierda, el resultado será negativo. El punto de corte para diferenciar entre una distribución simétrica o no, será de +0,4 o -0,4 en el coeficiente de asimetría.

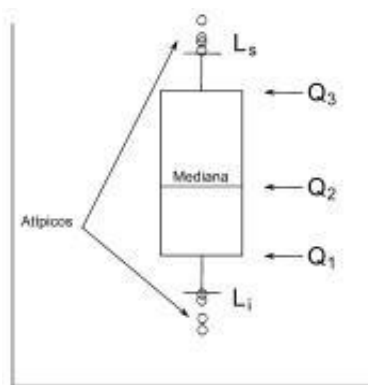
La representación gráfica de la variable cuantitativa continua se realizará mediante histograma de frecuencia o diagrama de caja (box-plot). Más adelante nos entretendremos, un poco, en la interpretación de este tipo de gráfico.

Tendremos en cuenta los valores atípicos (outliers), que son aquellos que son mucho mayores o mucho menores que el resto de valores. Hay muchos criterios para definir qué se entiende por mucho mayor o mucho menor pero, para nuestro estudio, utilizaremos un criterio basado en los cuartiles. Consideraremos valores atípicos por exceso a aquellos que sean mayores al tercer cuartil más 1,5 veces el rango intercuartílico, y valores atípico por defecto a aquellos que sean menores al primer cuartil menos 1,5 veces el rango intercuartílico.

**\*Diagrama de caja (Box-Plot):**

Un diagrama de caja es un gráfico, basado en cuartiles, mediante el cual se visualiza un conjunto de datos. Está compuesto por un rectángulo, la "caja", y dos brazos, los "bigotes".

Es un gráfico que suministra información sobre los valores mínimo y máximo, los cuartiles Q1, Q2 o mediana y Q3, y sobre la existencia de valores atípicos y la simetría de la distribución.



Es la representación gráfica, basada en cuartiles, que ayuda a exhibir un conjunto de datos. Para construir un diagrama de caja, sólo se necesita cinco estadísticos: el valor mínimo, Q1 (cuartil 1), la mediana, Q3 (cuartil 3) y el valor máximo.

Proporcionan una visión general de la simetría de la distribución de los datos; si la mediana no está en el centro del rectángulo, la distribución no es simétrica. Son útiles para ver la presencia de valores atípicos.

En 1977 John Tukey (citado por Hildebrand, 1997) publicó un tipo de gráfico estadístico para resumir información utilizando 5 medidas estadísticas: el valor mínimo, el primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil y el valor máximo. Este tipo de gráfico recibe el nombre de gráfico de caja (boxplot).

Un gráfico de este tipo consiste en un rectángulo (caja), donde los lados más largos muestran el recorrido intercuartílico (RIC). Este rectángulo está dividido por un segmento vertical que indica donde se posiciona la mediana y por lo tanto su relación con los cuartiles primero y tercero (recordemos que el segundo cuartil coincide con la mediana).

Este rectángulo se ubica a escala sobre un segmento que tiene como extremos los valores mínimo y máximo de la variable. Estos segmentos que quedan a izquierda y a derecha de la caja se llaman bigotes. (Freund, Williams y Perles, 1992).

Los bigotes tienen un límite de prolongación, de modo que aquellos valores atípicos que se separan del cuerpo principal de datos se indican individualmente. A diferencia de otros métodos de presentación de datos, los gráficos de caja muestran los valores atípicos de la variable. Llamaremos valores atípicos de la variable a aquellos que están tan apartados del cuerpo principal de los datos que bien pueden representar los efectos de causas extrañas, como algún error de medición o registro. Su eliminación no se justifica, ya que el propósito del gráfico de caja consiste en brindarnos un mayor conocimiento de la forma en que se distribuyen los datos. Tukey (citado por Hildebrand, 1997) introduce un criterio para fijar los extremos de los bigotes. Para esto calcula 4 barreras, dos interiores y dos exteriores:

Barrera interior inferior = Primer cuartil – 1,5 RIC

Barrera interior superior = Tercer cuartil + 1,5 RIC

Barrera exterior inferior = Primer cuartil – 3 RIC

Barrera exterior superior = Tercer cuartil + 3 RIC

Recordemos que RIC (Recorrido Intercuartílico) es igual a la diferencia entre el Tercer cuartil y el Primero. Si se consideran los valores de la variable comprendidos entre las dos barreras interiores, el valor mínimo de la variable y el valor máximo son los extremos de los bigotes. Si existen valores de la variable comprendidos entre las barreras interiores y exteriores se consideran valores atípicos y se indican con \*. Si existieren valores fuera de las barreras exteriores se consideran valores todavía más atípicos y se indican con •.

Por otra parte, este tipo de gráfico nos proporciona información con respecto a la simetría o asimetría de la distribución. Se utilizan los siguientes criterios: si la mediana está en el centro de la caja o cerca de él, constituye un indicio de simetría de los datos, si la mediana está considerablemente más cerca del primer cuartil indica que los datos son positivamente asimétricos y si está más cerca del tercer cuartil, señala que los datos son negativamente asimétricos. Asimismo, la longitud relativa de los bigotes se puede emplear como un indicio de su asimetría<sup>125</sup>.

### **Análisis bivalente<sup>124</sup>:**

La variable resultado (FEV1) está medida en litros y porcentual, es una cuantitativa continua. Las variables independientes (descritas con anterioridad) son la edad, talla, peso, índice de masa corporal, las relacionadas con la patología respiratoria, las relacionadas con antecedentes quirúrgicos y las relacionadas con la actividad deportiva extraescolar.

Comenzaremos realizando una descripción conjunta de las variables y su representación gráfica. En el caso de tener una variable cualitativa y otra cuantitativa la descripción conjunta se reduce a la descripción de la variable cuantitativa, tal y como se describe en el análisis univariante, para cada una de las categorías de la variable cualitativa. En el caso de dos variables cuantitativas, la descripción conjunta se lleva a cabo a partir de la obtención del coeficiente de covarianza y del coeficiente de correlación de Pearson. Como representación gráfica de dos variables cuantitativas utilizamos la nube de puntos (también llamada Gráfico de dispersión bivalente) que forman las dos variables cuantitativas representadas simultáneamente sobre un sistema de ejes cartesiano.

En el caso de tener 2 variables cualitativas, la forma más adecuada de describirlas es a partir de la construcción de una tabla de contingencia. Para ello se

introduce en cada fila de la tabla las categorías de una de las variables y las categorías de la otra variable se asocian a cada una de las columnas de la tabla, en cada celda de la tabla aparecerá el número de observaciones correspondientes a la combinación oportuna de ambas variables. En cuanto a la representación gráfica de la relación entre dos variables categóricas se puede optar o bien por un gráfico de barras o bien un diagrama de sectores para cada una de las categorías de una de las variables.

\*Coeficiente de Covarianza y Coeficiente de Correlación de Pearson<sup>126</sup>:

El concepto de relación en estadística coincide con lo que se entiende por relación en el lenguaje habitual: dos variables están relacionadas si varían conjuntamente.

Correlación y covarianza son términos conceptualmente equivalentes, expresan lo mismo. La covarianza es también una medida de relación, lo mismo que el coeficiente de correlación. Habitualmente se utiliza el coeficiente de correlación (r de Pearson), pero es útil entender simultáneamente qué es la covarianza, y entenderlo precisamente en este contexto, el de las medidas de relación.

La correlación indica la fuerza y dirección de la asociación entre dos variables aleatorias en forma de relación lineal. Dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían con respecto a los valores de la otra

La covarianza es una medida de la variación común a dos variables y, por tanto, una medida del grado y tipo de su relación.

#### Covarianza:

Es una medida del grado en que dos variables aleatorias se mueven en la misma dirección o en direcciones opuestas la una respecto a la otra. En otras palabras, si dos variables aleatorias generalmente se mueven en la misma dirección se dirá que tienen una covarianza positiva. Si tienden a moverse en direcciones opuestas, se dirá que tienen una covarianza negativa. La covarianza se mide como el valor que se espera de los productos de las desviaciones de dos variables aleatorias respecto a sus correspondientes medias. Una varianza es un caso especial de covarianza.

*Fórmula:* La formula suele aparecer expresada como:

$$\hat{S}_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n-1}$$

*Interpretación de la covarianza:*

Si  $Q_{xy} > 0$  hay dependencia directa (positiva), es decir a grandes valores de X corresponden grandes valores de Y.

Si  $Q_{xy} = 0$  Una covarianza (0) se interpreta como la no existencia de una relación lineal entre las dos variables estudiadas.

Si  $Q_{xy} < 0$  hay dependencia inversa o negativa es decir, a grandes valores de X corresponden pequeños valores de Y

*Propiedades de la covarianza:*

La covarianza es el momento central de orden 1,1 de la distribución bidimensional.

Es invariante ante los cambios de origen en cualquiera de las dos variables.

Sin embargo depende de los cambios de unidad .Si se cambia de unidad de medida en ambas variables la covarianza se modifica proporcionalmente a ambos cambios.

Si dos variables son independientes su covarianza es cero (el resultado recíproco no es necesariamente cierto).

La covarianza nos mide la covariación conjunta de dos variables: Si es positiva nos dará la información de que a valores altos de una de las variables hay una mayor tendencia a encontrar valores altos de la otra variable y a valores bajos de una de las variables, correspondientemente valores bajos. En cambio si la covarianza es negativa, la covariación de ambas variables será en sentido inverso: a valores altos le corresponderán bajos, y a valores bajos, altos. Si la covarianza es cero no hay una covariación clara en ninguno de los dos sentidos. Sin embargo el hecho de que la covarianza dependa de las medidas de las variables no permite establecer comparaciones entre unos casos y otros.

## Correlacion<sup>126</sup>

El coeficiente de correlación de Pearson, pensado para variables cuantitativas (escala mínima de intervalo), es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. Adviértase que decimos "variables relacionadas linealmente". Esto significa que puede haber variables fuertemente relacionadas, pero no de forma lineal, en cuyo caso no proceder a aplicarse la correlación de Pearson.

El coeficiente de correlación de Pearson es un índice de fácil ejecución e, igualmente, de fácil interpretación. Digamos, en primera instancia, que sus valores absolutos oscilan entre 0 y 1.

Hemos especificado los términos "valores absolutos" ya que en realidad si se contempla el signo el coeficiente de correlación de Pearson oscila entre  $-1$  y  $+1$ . No obstante ha de indicarse que la magnitud de la relación viene especificada por el valor numérico del coeficiente, reflejando el signo la dirección de tal valor. En este sentido, tan fuerte es una relación de  $+1$  como de  $-1$ . En el primer caso la relación es perfecta positiva y en el segundo perfecta negativa.

Decimos que la correlación entre dos variables X e Y es perfecta positiva cuando exactamente en la medida que aumenta una de ellas aumenta la otra. Esto sucede cuando la relación entre ambas variables es funcionalmente exacta.

Se dice que la relación es perfecta negativa cuando exactamente en la medida que aumenta una variable disminuye la otra.

### *Fórmula:*

El coeficiente de correlación de Pearson viene definido por la siguiente expresión:

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{N}$$

Esto es, el coeficiente de correlación de Pearson hace referencia a la media de los productos cruzados de las puntuaciones estandarizadas de X y de Y. Esta fórmula reúne algunas

propiedades que la hacen preferible a otras. Su valor oscila, como ya se ha indicado, en términos absolutos, entre 0 y 1.

### *Significación del coeficiente de correlación:*

Una vez calculado el valor del coeficiente de correlación interesa determinar si tal valor obtenido muestra que las variables X e Y están relacionadas en realidad o tan



sólo presentan dicha relación como consecuencia del azar. En otras palabras, nos preguntamos por la significación de dicho coeficiente de correlación. Un coeficiente de correlación se dice que es significativo si se puede afirmar, con una cierta probabilidad, que es diferente de cero. Más estrictamente, en términos estadísticos, preguntarse por la significación de un cierto coeficiente de correlación no es otra cosa que preguntarse por la probabilidad de que tal coeficiente proceda de una población cuyo valor sea de cero. A este respecto, como siempre, tendremos dos hipótesis posibles:

$H_0: r_{xy} = 0 \Rightarrow$  El coeficiente de correlación obtenido procede de una población cuya correlación es cero ( $\rho = 0$ ).

$H_1: r_{xy} \neq 0 \Rightarrow$  El coeficiente de correlación obtenido procede de una población cuyo coeficiente de correlación es distinto de cero ( $0 < \rho < 1$ ).

#### *Interpretación del coeficiente de correlación:*

Como se ha indicado el coeficiente de correlación de Pearson es un índice cuyos valores absolutos oscilan entre 0 y 1. Cuanto más cerca de 1 mayor sea la correlación, y menor cuanto más cerca de cero. Pero cómo interpretar un coeficiente determinado? ¿Qué significa un coeficiente de 0.6? ¿Es alto o bajo? No puede darse una respuesta precisa. Depende en gran parte de la naturaleza de la investigación. Por ejemplo, una correlación de 0.6 sería baja si se trata de la fiabilidad de un cierto test, pero sin embargo, sería alta si estamos hablando de su validez.

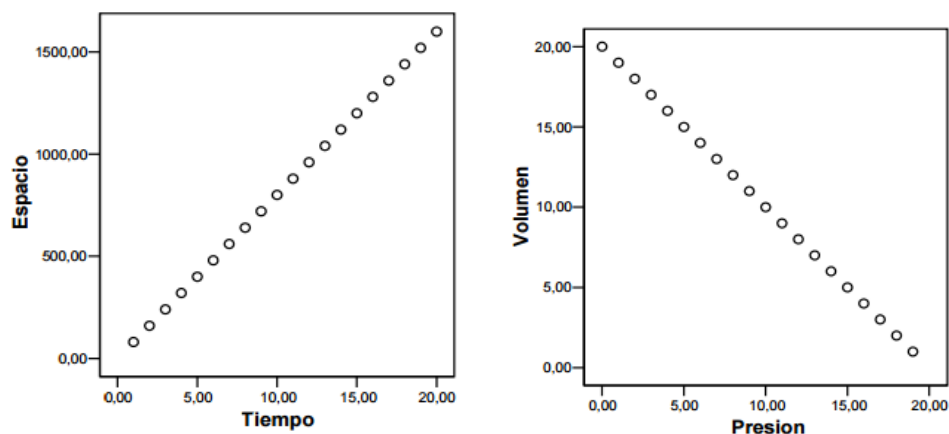
Pero ha de decirse que una correlación significativa no necesariamente ha de ser una correlación fuerte; simplemente es una correlación diferente de cero. O en otros términos, es una correlación que es poco probable que proceda de una población cuya correlación es cero. Tan sólo se está diciendo que se ha obtenido "algo" y que ese "algo" es (probablemente) más que "nada". La significación de  $r_{xy}$  depende en gran medida del tamaño de la muestra; una correlación de 0.01 puede ser significativa en una muestra suficientemente grande y otra de 0.9 no serlo en una muestra pequeña. Aquí se cumple la ley de los grandes números; tendencias débiles son muy improbables, desde la Hipótesis nula, en grandes masas de datos, mientras que tendencias fuertes pueden ser relativamente probables en un tamaño pequeño de muestra. Más interés tiene la interpretación del coeficiente de correlación en términos de proporción de variabilidad compartida o explicada, donde se ofrece una idea más cabal de la magnitud de la relación. Nos referimos al coeficiente de determinación. Dicho coeficiente se define como el cuadrado del coeficiente de correlación; esto es, dada dos variables X e Y, hace referencia a  $r^2$ , y se entiende como una proporción

de variabilidades. Por ejemplo, si la correlación entre inteligencia y rendimiento académico es de 0.8, significa que  $0.8^2 = 0.64$  es la proporción de varianza compartida entre ambas variables. Puede interpretarse como que un 64% del rendimiento académico es debido a la inteligencia -variabilidad explicada-, o bien, y esto es más exacto si hemos de ser estrictos, que inteligencia y rendimiento académico comparten un 64% de elementos, o lo que es lo mismo, tanto la inteligencia como el rendimiento ponen en juego un 64% de habilidades comunes. En estas circunstancias, si tomamos como variable dependiente o a explicar el rendimiento académico y elegimos la inteligencia como variable predictora o explicativa, tendremos que tal variable da cuenta de un 64% de la variabilidad en rendimiento. Queda, por ello,  $1-0.64=0.36$ , un 36% del rendimiento que queda sin explicar. A este valor (0.36) se le denomina coeficiente de no determinación o coeficiente de alienación, y se define como  $1 - r^2$ . Un término más adecuado y que proporciona mayor comprensión es el de proporción de variabilidad no explicada.

\*Nube de puntos (gráfico de dispersión bivalente) <sup>126,127</sup>:

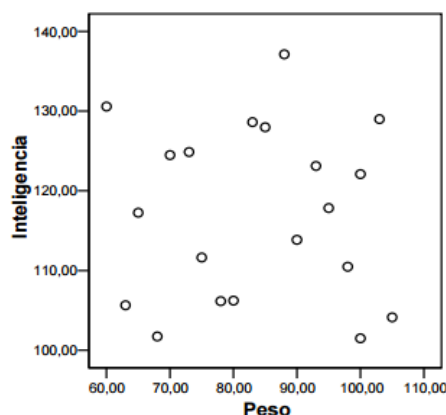
La nube de puntos o gráfico de dispersión bivalente es la representación gráfica del análisis bivalente de 2 variables cuantitativas.

Si tal nube es alargada (apunta a una recta) y ascendente como es el caso que nos ocupa, es susceptible de aplicarse el coeficiente lineal de Pearson. El grosor de la nube da una cierta idea de la magnitud de la correlación; cuanto más estrecha menor será el margen de variación en Y para los valores de X, y por tanto, más acertado los pronósticos, lo que implica una mayor correlación. Si la nube de puntos es alargada y descendente nos encontramos con una correlación negativa.



Si la nube de puntos adopta una configuración más o menos redondeada de tal forma que no pueda especificarse ningún tipo de relación, nos encontramos con una

correlación nula. Ambas variables son independientes entre sí; la variación de una de ellas no influye para nada en la variación de la otra.



\*Tabla de contingencia<sup>124</sup>:

Para valorar si dos variables son dependientes o independientes, habremos de atender a su *tabla de contingencia*. En dicha tabla cada fila y cada columna representan las categorías de cada una de las dos variables que estamos resumiendo, y en cada casilla de la tabla de contingencia disponemos del número de veces que hemos observado la correspondiente combinación de ambas variables en nuestra muestra. Es decir, en la tabla de contingencia se muestran las frecuencias absolutas (o relativas) de todas las combinaciones de las categorías de ambas variables dos a dos. A los valores de las casillas de la tabla de contingencia, los cuales resumen el comportamiento relativo de las dos variables conjuntamente le llamamos distribución conjunta de las variables.

A la vista de una tabla de contingencia podemos analizar la posible relación de dependencia o, por el contrario, la independencia entre las dos variables cualitativas en estudio.

Si las variables fueran independientes, las distribuciones marginales que observamos en la tabla se deben reproducir de forma aproximada también en cada fila y/o en cada columna. Si por ejemplo consideramos la distribución marginal de la variable que defina las filas de la tabla de contingencia, las proporciones que definen esta distribución marginal debemos encontrarla en cada una de las columnas de la tabla. De la misma forma, las proporciones de la distribución marginal de la variable que defina las columnas de la tabla de contingencia esperamos encontrarlas en cada una de las filas.

*Valores esperados y valores observados:*

Los valores que se encuentran en cada casilla de la tabla de contingencia se llaman *Valores Observados*.

El análisis detallado de una tabla de contingencia puede apuntar a una posible relación de dependencia entre las variables o bien hacia la independencia de las mismas. Como hemos comentado, si el comportamiento de las proporciones en cada fila, o en cada columna, es igual (o similar) al que muestra la distribución marginal de la variable en cuestión, estaría apuntando a la independencia de las variables. Por tanto, sabemos qué comportamiento cabe esperar si las variables fueran independientes: en cada casilla de la tabla esperamos un valor que se corresponda con el porcentaje que le otorga la distribución marginal.

En la medida en que los Valores Observados se asemejen de los Valores Esperados se estaría apuntando a una independencia de las variables. Y por el contrario, en la medida en que los Valores Observados se alejen de los Valores Esperados se estaría apuntando a una dependencia de las variables. Pero, ¿cómo podemos valorar ante cualquier ejemplo real hasta qué punto los valores Observados y Esperados son razonablemente parecidos o por el contrario difieren lo suficiente como para afirmar que hay relación de dependencia entre las variables? Necesitamos una herramienta estadística (Chi-cuadrado) que nos permita valorar estas diferencias y nos ayude a transformarlas en un valor asociado a una determinada probabilidad.

Una vez que hemos realizado la descripción bivalente, aplicaremos pruebas estadísticas correspondientes según las diferentes tipos de variables independientes que queramos analizar. Por lo tanto, estas son las diferentes tipos de pruebas estadísticas que realizaremos:

Variable respuesta	Variable explicativa	Gráfico	Prueba estadística
<b>Cuantitativa</b>	Cuantitativa	Nube de puntos	Regresión lineal Coeficiente de Spearman
<b>Cuantitativa</b>	Cualitativa dicotómica	Diagrama de caja (box-plot)	t Student U de Mann-Whitney o Prueba de Wilcoxon
<b>Cuantitativa</b>	Cualitativa nominal	Diagrama de caja (box-plot)	ANOVA Kruskal-Wallis
<b>Cualitativa</b>	Cualitativa	Gráfico de barra o diagrama de sectores	Chi-cuadrado

Para conocer si tenemos que aplicar una prueba paramétrica o no paramétrica, tenemos que saber si la variable sigue una distribución normal o no. Para ello realizaremos el test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnoff.

La hipótesis nula en esta prueba es:

$H_0$ : Los datos provienen de una población normal.

$H_1$ : Los datos no provienen de una población normal.

En el caso de significación con  $p < 0.05$ , rechazamos  $H_0$ , por lo que nos informa que los datos no se distribuyen de una manera normal, por lo que habría realizar, teóricamente test no paramétricos para este tipo de variables. En el caso de significación con  $p > 0.05$ , no rechazaríamos la  $H_0$ , siendo por lo tanto una distribución normal y pudiéndose aplicar los test paramétricos correspondientes.

Generalmente se prefiere utilizar pruebas paramétricas (t de Student, análisis de la varianza, etc.) y el uso de los test no paramétricos se limita a estudios con tamaños muestrales menores de 30, en los que las poblaciones no puedan ser consideradas como normales, o bien, cuando la variable represente solamente una medida aproximada del carácter, sin una valoración exacta. Si las muestras son mayores de 30, no existe inconveniente en utilizar pruebas paramétricas<sup>128</sup>.

\*Regresión lineal:

El objetivo es intentar reconocer si existe relación entre variables, de qué tipo, y si es posible predecir o explicar el valor de una de ellas en función de la otra. Para poder realizar este test se tienen que cumplir las condiciones de aplicación: muestras aleatorias simples, homogeneidad de las varianzas y linealidad. Se mide mediante el coeficiente de Pearson, prueba paramétrica. En caso de no cumplirse las condiciones se usará el test no paramétrico Coeficiente de Spearman. Estos coeficientes varían entre -1 (relación lineal negativa perfecta) y +1 (relación lineal positiva perfecta).

La existencia de un coeficiente de correlación elevado no implica necesariamente una relación de causalidad, ya que dos variables independientes pueden moverse en la misma dirección por efecto de otra tercera sin ser una resultado de la otra.

\*Coeficiente de Spearman<sup>129</sup>:

La correlación de Spearman mide el grado de asociación entre dos variables cuantitativas que siguen una tendencia siempre creciente o siempre decreciente. Es decir, es más general que el Coeficiente de correlación de Pearson, el cual asume que la relación entre las dos variables solamente es lineal, la correlación de Spearman, en

cambio se puede calcular para relaciones exponenciales o logarítmicas entre las variables. El coeficiente de correlación de Spearman es simplemente la correlación de Pearson entre los rangos de los valores de las dos variables.

\*t Student:

Consideraremos un nivel de significación alfa 0.05. Previamente hemos de comprobar que se cumplen las condiciones de aplicación de la t de Student: muestra mayor de 30, normalidad de la variable (realizaremos test de Kolmogorov-Smirnov) e igualdad de varianzas (prueba de Levene). En caso de que no se cumpla alguna condición utilizaremos el test no paramétrico correspondiente (prueba de Wilcoxon).

\*Prueba U de Mann-Whitney o prueba de Wilcoxon para muestras independientes:

Se usa cuando se quiere comparar dos poblaciones usando muestras independientes, es decir; es una prueba alterna a la prueba de t para comparar dos medias usando muestras independientes. También es conocida como la prueba de suma de rangos de Wilcoxon. La hipótesis nula es que la mediana de las dos poblaciones son iguales y la hipótesis alternativa puede ser que la mediana de la población 1 sea mayor (menor o distinta) de la mediana de la población 2<sup>129</sup>.

\*ANOVA:

Debe cumplir también con los requisitos de normalidad de la variable y homogeneidad de las varianzas. El incumplimiento de la normalidad de la variable tiene un efecto reducido en la validez de la prueba, en cambio, la diferente varianza de los grupos (heterocedasticidad) si puede afectar a dicha validez. En caso de presentar desigualdad en las varianzas se realizará pruebas paramétricas (si los grupos son de tamaño similar) o pruebas no paramétricas, Kruskal-Wallis, (grupos de tamaño muy diferentes).

\*Kruskal-Wallis<sup>129</sup>:

Esta prueba se emplea como sustituta del análisis de varianza ya que no supone ni la normalidad de la población ni la homogeneidad de la varianza como ANOVA. No hace predicción alguna sobre las medias de la población, sólo afirma que cuando menos una de las distribuciones poblacionales es diferente de algunas de las otras distribuciones poblacionales. Por lo que la hipótesis nula afirma que las muestras son aleatorias, extraídas de las mismas o idénticas distribuciones poblacionales.

La prueba de Kruskal-Wallis, es una alternativa a la prueba F del análisis de varianza para diseños de clasificación simple. En este caso se comparan varios grupos pero usando la mediana de cada uno de ellos, en lugar de las medias. Es decir,



la hipótesis nula es  $H_0$ : La mediana de las  $k$  poblaciones consideradas son iguales, y la alterna  $H_a$ : Al menos una de las poblaciones tiene mediana distinta a las otras.

*Condiciones:*

Esta prueba utiliza rangos muestrales de tres o más poblaciones independientes.

Cada muestra tiene al menos cinco observaciones.

El estadístico de la prueba  $H$  es una medida de la varianza de las sumas de los rangos  $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$ .

Si los rangos se distribuyen de una manera equitativa entre los grupos muestrales, entonces  $H$  debe ser un número relativamente pequeño por lo que no se rechazará la hipótesis nula.

*\*Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ):*

El test  $\chi^2$  nos proporciona una prueba para valorar si existe relación (influencia) entre 2 variables cualitativas. Diremos que existe relación entre 2 variables categóricas o que dichas variables son dependientes si las proporciones de respuesta de cada categoría que se dan en una de las variables dependen de la categoría de la otra variable.

El test  $\chi^2$  se plantea el siguiente contraste de hipótesis a partir de dos variables categóricas:

$H_0$  : *Las variables son independientes* (No existe relación entre ellas)

$H_1$  : *Las variables no son independientes* (Existe relación entre ellas)

Cuando las variables son independientes, los valores observados en los datos se asemejan a los valores esperados (que son los que esperaríamos si las variables fueran independientes). Cuando las variables no son independientes y por tanto existe entre ellas algún tipo de relación, los valores observados en los datos se alejan de los valores esperados.

**Análisis multivariante:**

Intenta explicar la variable resultado  $FEV_1$  a partir de las variables independientes. En qué porcentaje pueden explicar la variable final y si hay alguna fórmula (regresión) que nos de la variable resultado.

Se llevó a cabo un modelo de regresión lineal múltiple, considerando como variable dependiente la cifra de FEV<sub>1</sub> y como posibles predictoras o modificadoras de las mismas las restantes variables del estudio.

La variable dependiente es cuantitativa continua, por lo que el tipo de regresión a utilizar es la regresión lineal.

A través de la representación gráfica del diagrama de puntos se puede observar si la relación entre las variables es de tipo lineal, o bien si es necesario algún tipo de transformación para que adquieran ese aspecto lineal.

Las variables policotómicas se incluirán en el modelo mediante su transformación a variables dicotómicas dummy.

La variable “tipo de deporte que practica”, inicialmente policotómica, para poder incluirla en un modelo de regresión lineal múltiple, se transformará mediante la generación de variables tipo dummy.

Si reordenamos a los sujetos estudiados según los deportes más practicados nos podríamos quedar con 4 grupos de niños: fútbol, baloncesto, tenis y otros.

Para que se pudieran incluir esta variable, de 4 categorías, en el modelo de regresión lineal múltiple se generará 3 nuevas variables dicotómicas tipo dummy:

<b>DUMMY →</b>	<b>Deporte1</b>	<b>Deporte2</b>	<b>Deporte3</b>
<b>Fútbol</b>	1	0	0
<b>Baloncesto</b>	0	1	0
<b>Tenis</b>	0	0	1
<b>Otros</b>	0	0	0

Mediante la utilización en el modelo de las variables explicativas cuantitativas continuas, cualitativas dicotómicas y cualitativas policotómicas transformadas mediante la generación de variables dicotómicas dummy, podremos extraer el poder explicativo que tiene la práctica deportiva controlada en el incremento del FEV<sub>1</sub>, independientemente del resto de variables explicativas.

Para llevar a cabo el análisis estadístico del presente estudio se utilizará el paquete estadístico SPSS 17.0

### **Recogida de datos**

La recogida de datos se efectuó personalmente por mí, siguiendo en todo momento los mismos criterios. El tiempo total de recogida de datos fue de 5 meses

(enero 2012 a mayo 2012). Durante ese tiempo no se modificó, en ningún momento, el sistema de recopilación de datos.

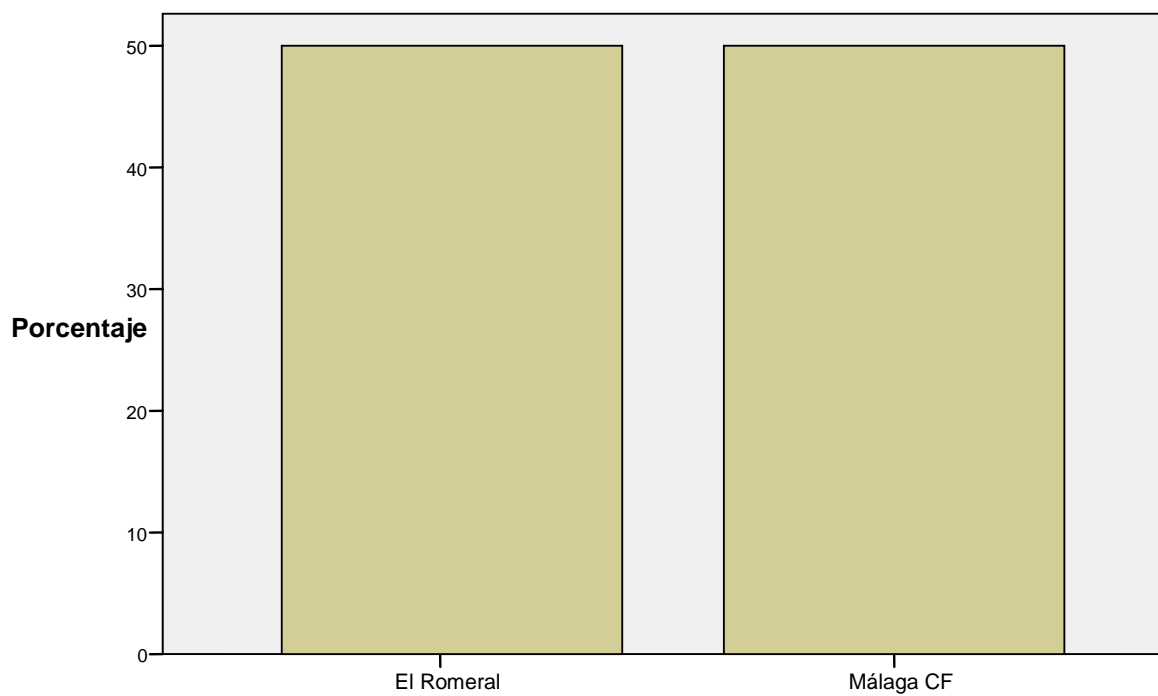
Se realizó una hoja de cálculo en el programa SPSS 17.0 donde incluimos el código número identificador individual de cada sujeto junto con todas las variables numéricas y las alfanuméricas recodificadas.

### **III. RESULTADOS**

## **A.- ANALISIS UNIVARIANTE**

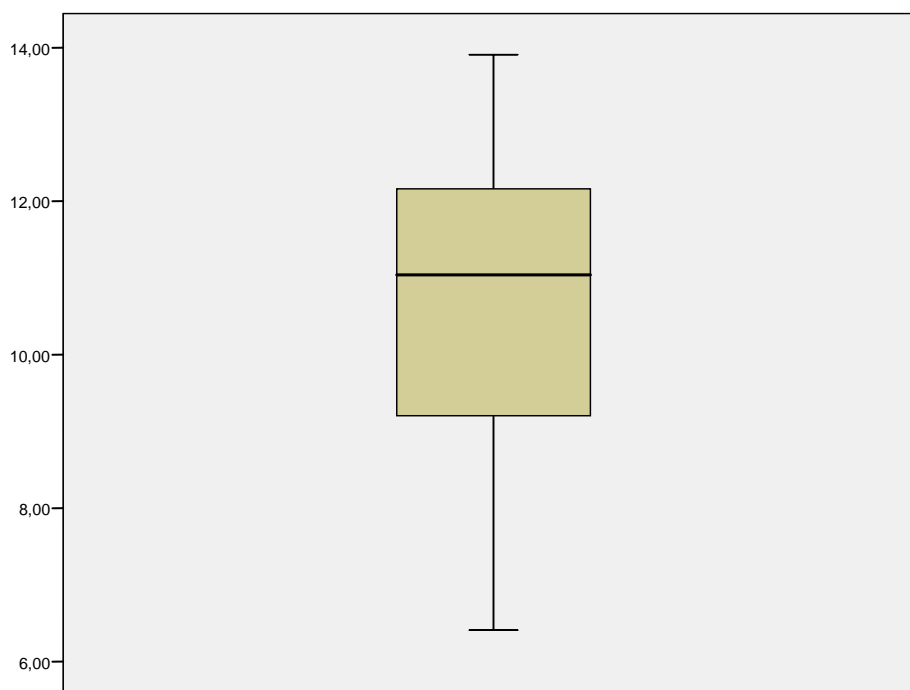
### ***División de niños en grupos de estudio***

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	El Romeral	116	50,0	50,0	50,0
	Málaga CF	116	50,0	50,0	100,0
	Total	232	100,0	100,0	



## Características de la variable edad en el global de niños estudiados

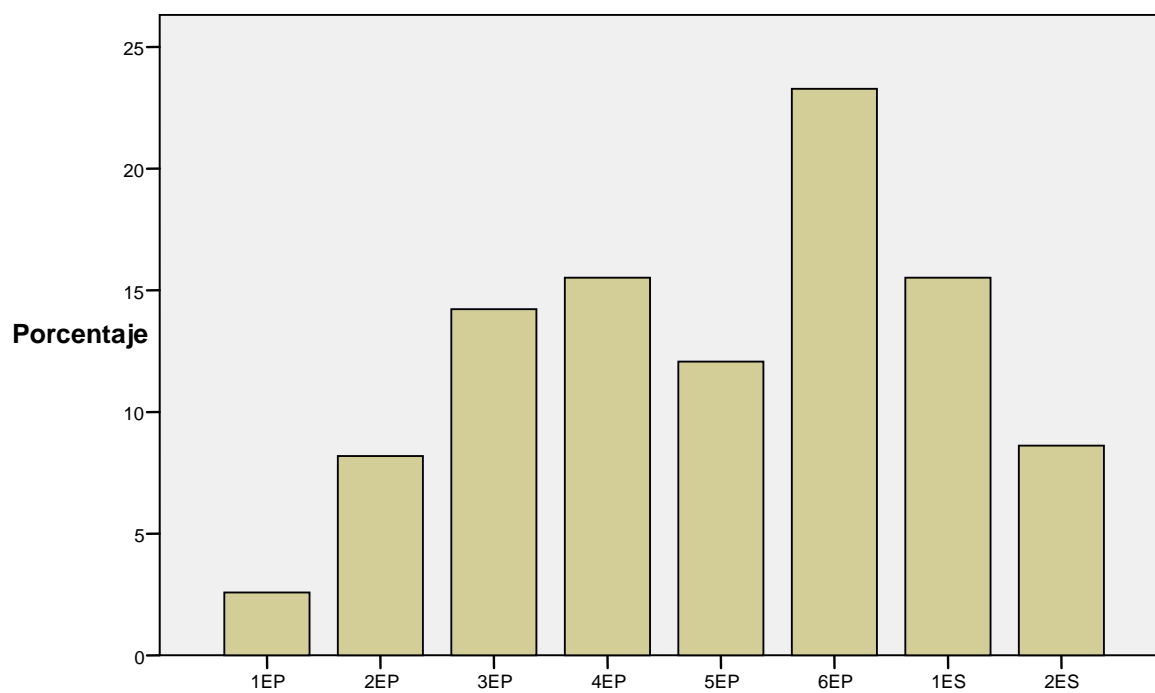
		Estadístico	Error típ.
Edad en el global de niños estudiados	Media	10,7940	,12094
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10,5557
		Límite superior	11,0322
	Media recortada al 5%	10,8262	
	Mediana	11,0400	
	Varianza	3,393	
	Desv. típ.	1,84207	
	Mínimo	6,41	
	Máximo	13,91	
	Rango	7,50	
	Amplitud intercuartil	2,98	
	Asimetría	-,209	,160
	Curtosis	-,933	,318



Características de la variable edad en el global de niños estudiados

### Curso académico que cursa actualmente el niño

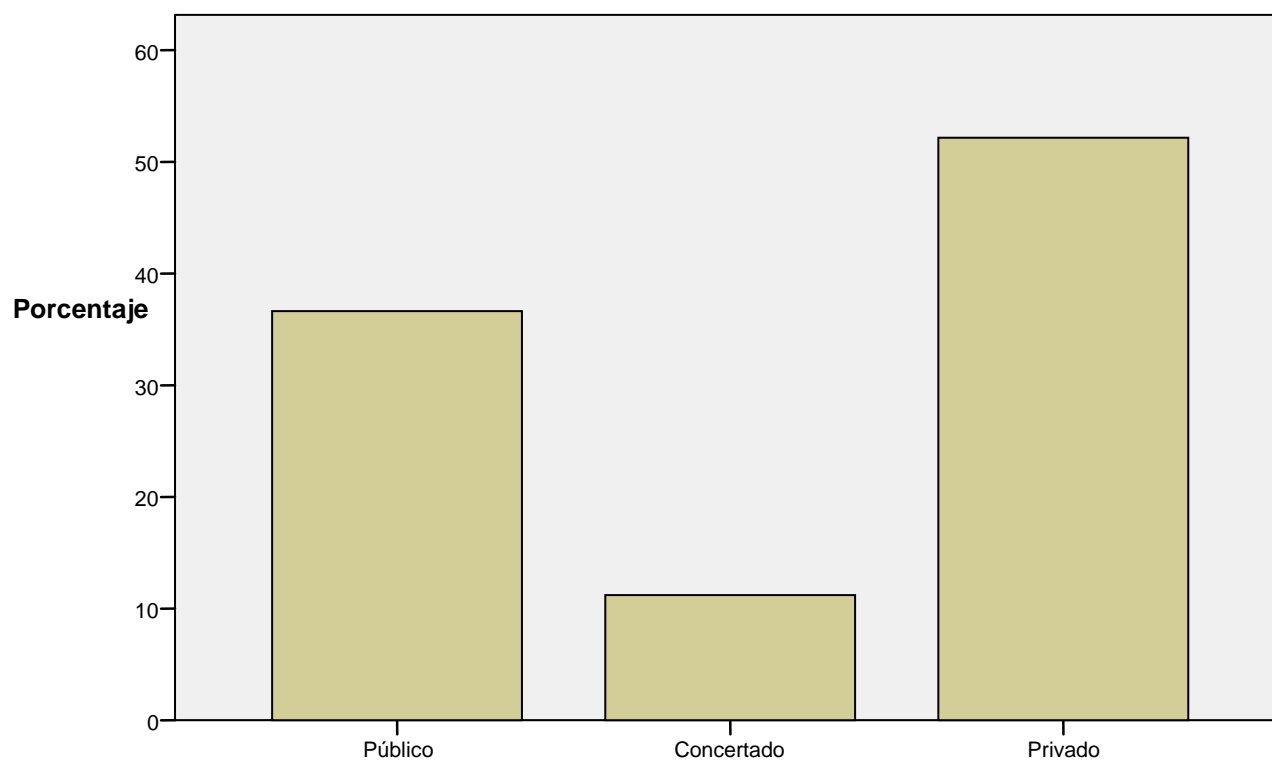
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1EP	6	2,6	2,6	2,6
	2EP	19	8,2	8,2	10,8
	3EP	33	14,2	14,2	25,0
	4EP	36	15,5	15,5	40,5
	5EP	28	12,1	12,1	52,6
	6EP	54	23,3	23,3	75,9
	1ES	36	15,5	15,5	91,4
	2ES	20	8,6	8,6	100,0
	Total	232	100,0	100,0	





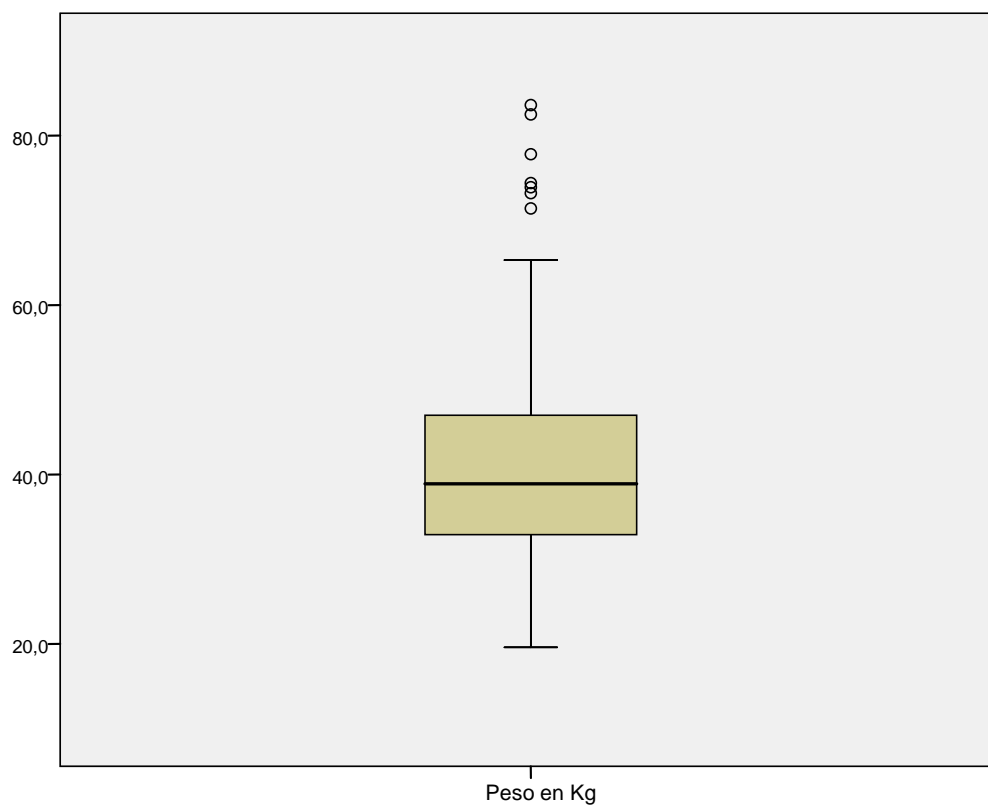
### Tipo de enseñanza donde se encuentra cursando los estudios

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Público	85	36,6	36,6	36,6
	Concertado	26	11,2	11,2	47,8
	Privado	121	52,2	52,2	100,0
	Total	232	100,0	100,0	



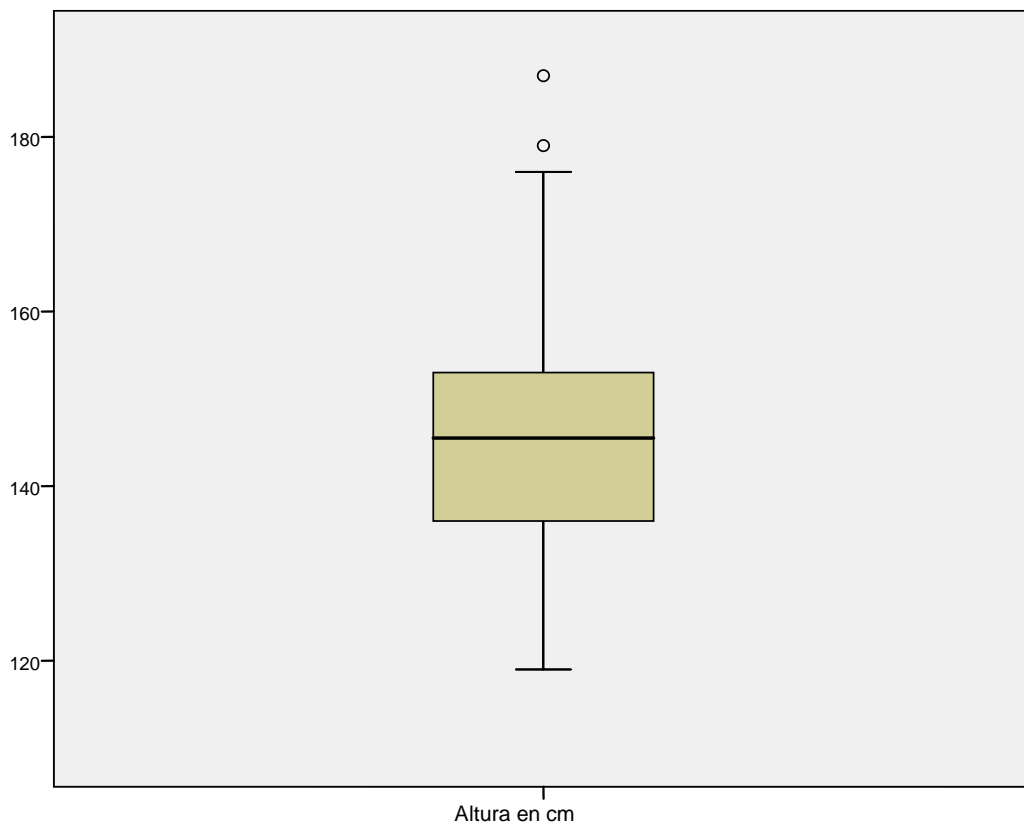
## Peso en kilogramos en el global de niños estudiados

		Estadístico	Error típ.
Peso en Kg	Media	40,789	,7552
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	39,301
		Límite superior	42,277
	Media recortada al 5%	40,044	
	Mediana	38,900	
	Varianza	132,324	
	Desv. típ.	11,5032	
	Mínimo	19,6	
	Máximo	83,6	
	Rango	64,0	
	Amplitud intercuartil	14,3	
	Asimetría	1,038	,160
	Curtosis	1,428	,318



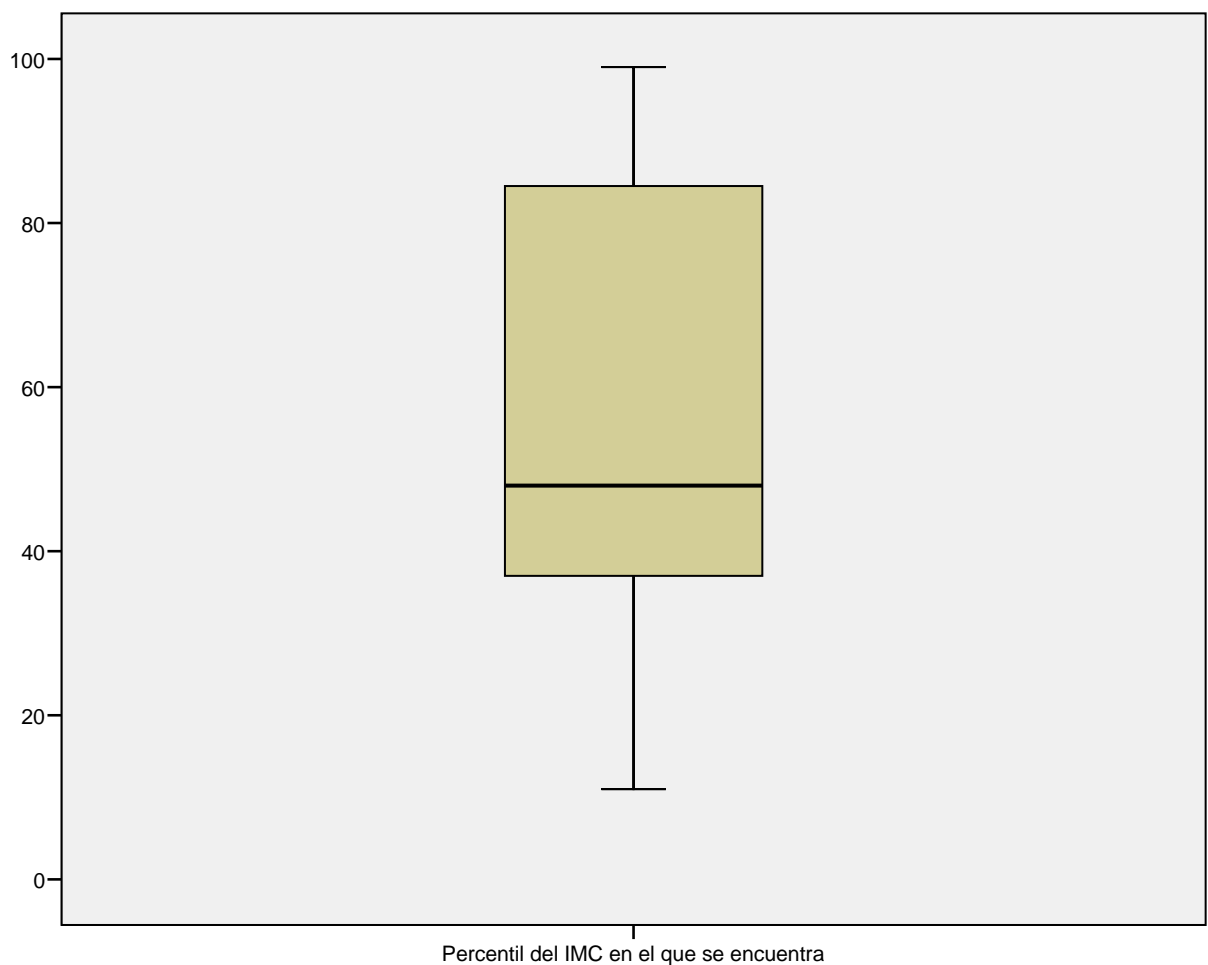
## Altura en centímetros en el global de niños estudiados

		Estadístico	Error típ.
Altura en cm	Media	145,50	,828
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	143,87
		Límite superior	147,14
	Media recortada al 5%	145,16	
	Mediana	145,50	
	Varianza	159,212	
	Desv. típ.	12,618	
	Mínimo	119	
	Máximo	187	
	Rango	68	
	Amplitud intercuartil	17	
	Asimetría	,360	,160
	Curtosis	-,005	,318



## Percentiles del Índice Masa Corporal (IMC) en el global de niños estudiados

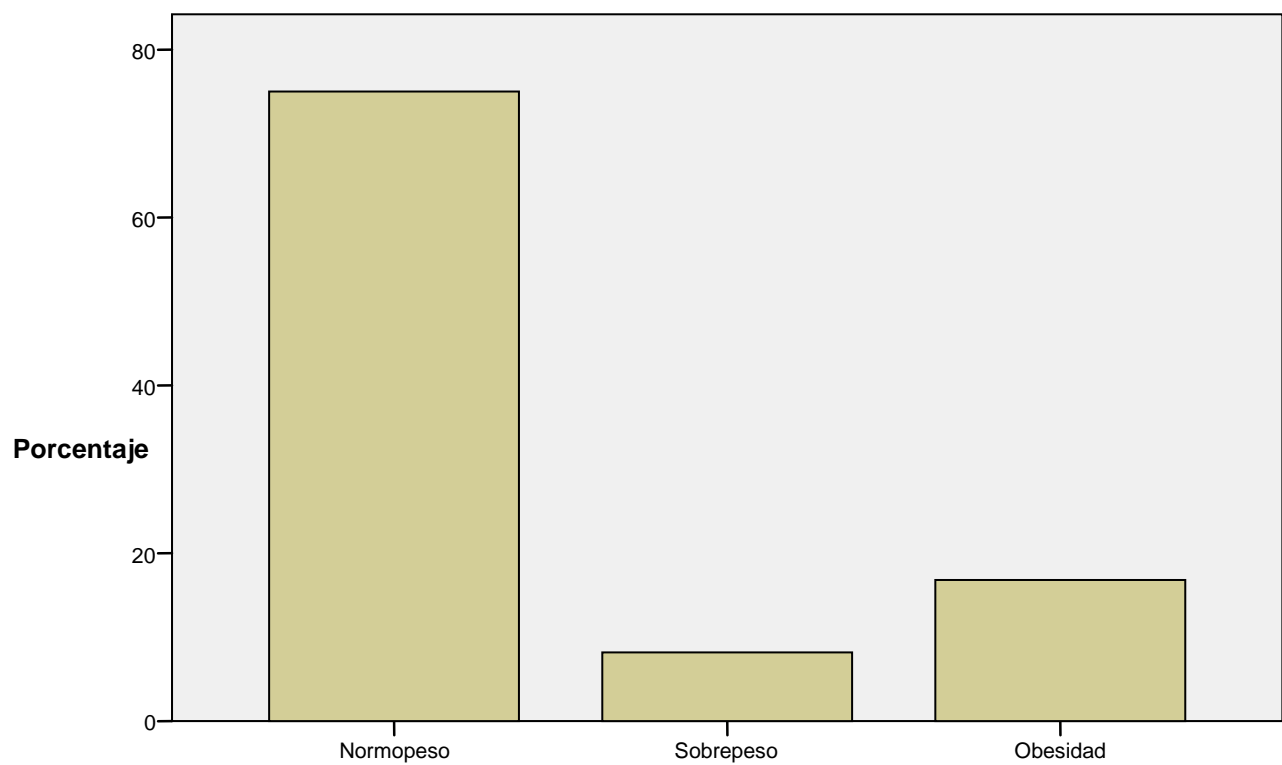
		Estadístico	Error típ.
Percentil del IMC en el que se encuentra	Media	57,20	1,753
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	53,74
		Límite superior	60,65
	Media recortada al 5%	57,12	
	Mediana	48,00	
	Varianza	712,705	
	Desv. típ.	26,697	
	Mínimo	11	
	Máximo	99	
	Rango	88	
	Amplitud intercuartil	48	
	Asimetría	,328	,160
	Curtosis	-1,251	,318



Percentil del IMC en el que se encuentra

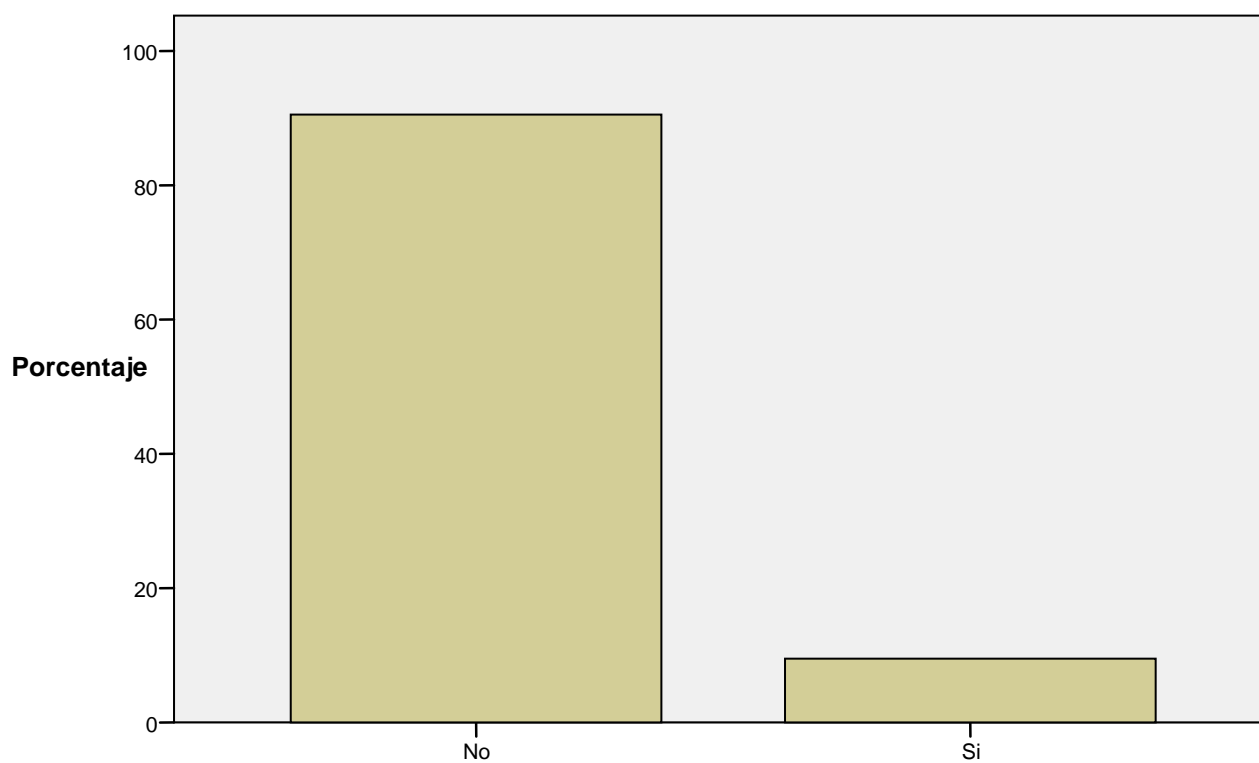
### Clasificación del Índice Masa Corporal (kg/m<sup>2</sup>) en el global de niños estudiados

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Normopeso	174	75,0	75,0	75,0
	Sobrepeso	19	8,2	8,2	83,2
	Obesidad	39	16,8	16,8	100,0
	Total	232	100,0	100,0	



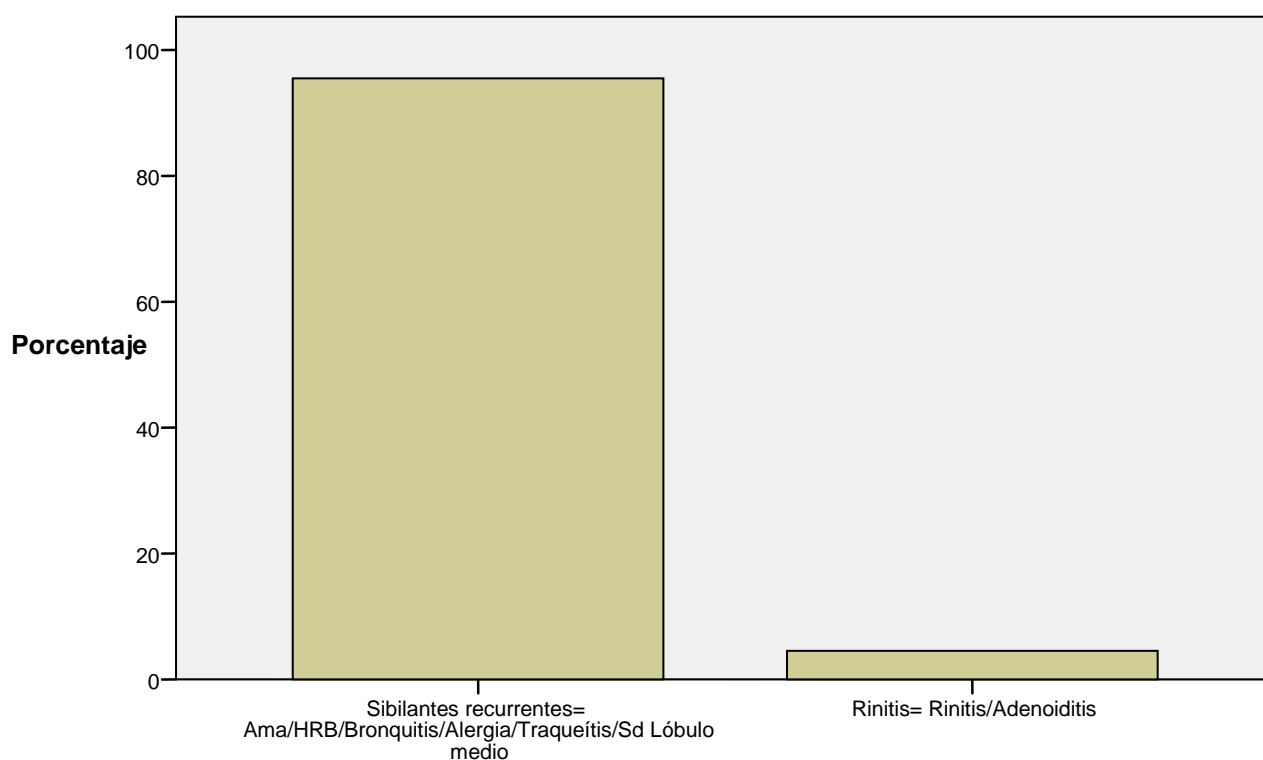
### ¿Padece enfermedad pulmonar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	210	90,5	90,5	90,5
	Si	22	9,5	9,5	100,0
	Total	232	100,0	100,0	



### Tipo de enfermedad pulmonar que padeceç

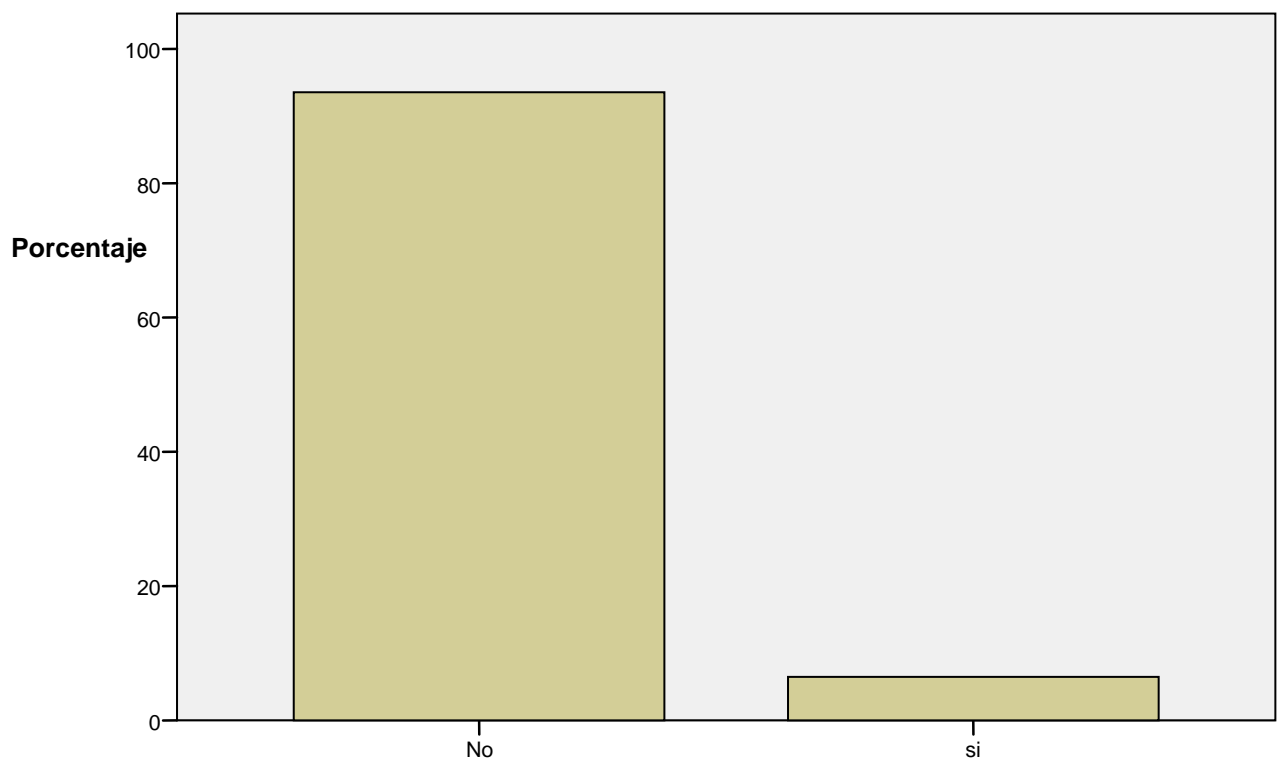
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sibilantes recurrentes= Ama/HRB/Bronquitis/Alergia/Traqueítis/Sd Lóbulo medio	21	9,1	95,5	95,5
	Rinitis= Rinitis/Adenoiditis	1	,4	4,5	100,0
	Total	22	9,5	100,0	
Perdidos	No procede	210	90,5		
Total		232	100,0		





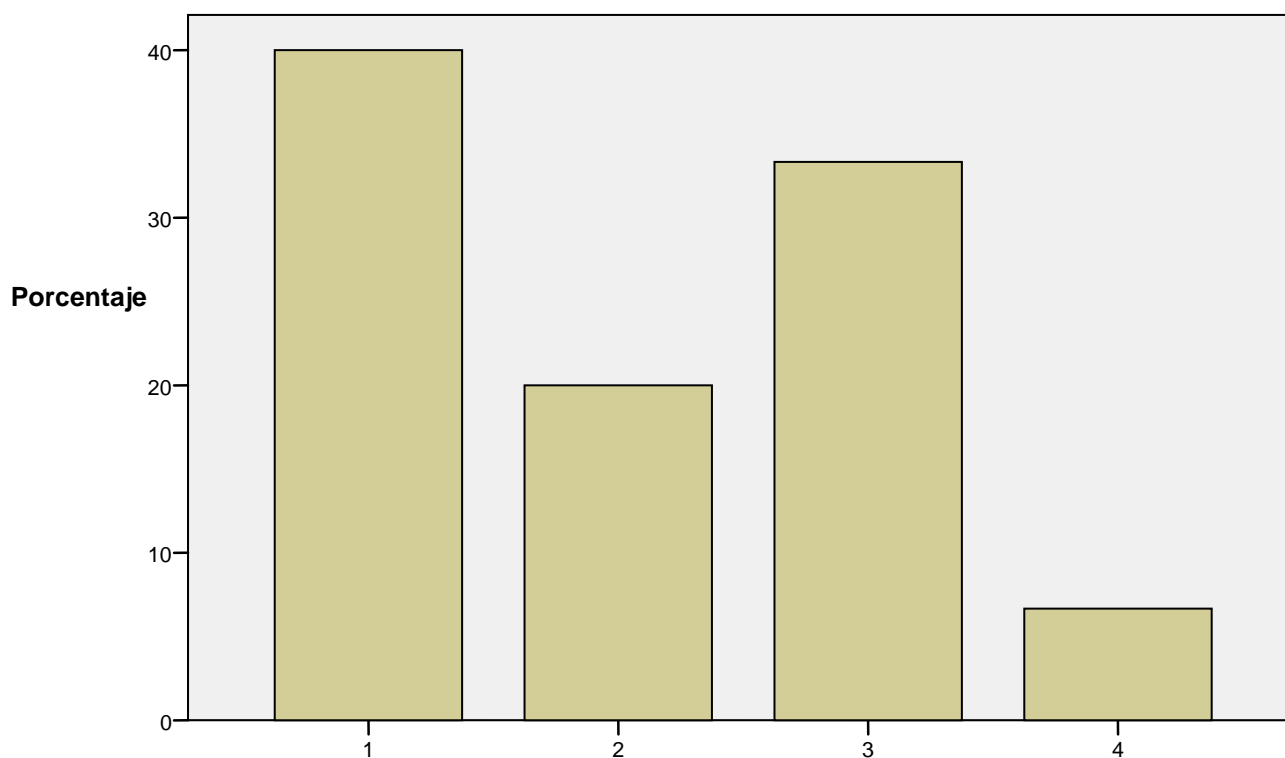
### ¿Toma medicación para patología respiratoria?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	217	93,5	93,5	93,5
	si	15	6,5	6,5	100,0
	Total	232	100,0	100,0	



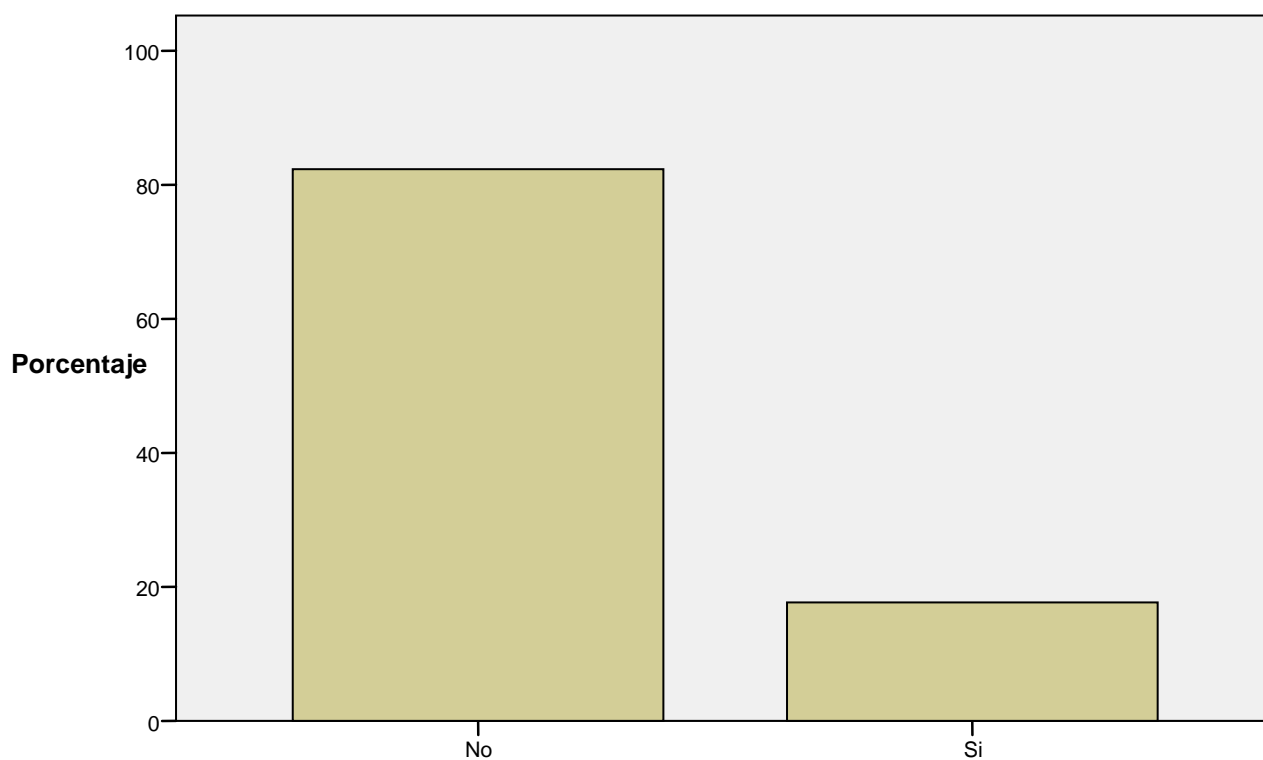
¿Cuántos fármacos diferentes toma/usa?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	6	2,6	40,0	40,0
	2	3	1,3	20,0	60,0
	3	5	2,2	33,3	93,3
	4	1	,4	6,7	100,0
	Total	15	6,5	100,0	
Perdidos	0	217	93,5		
Total		232	100,0		



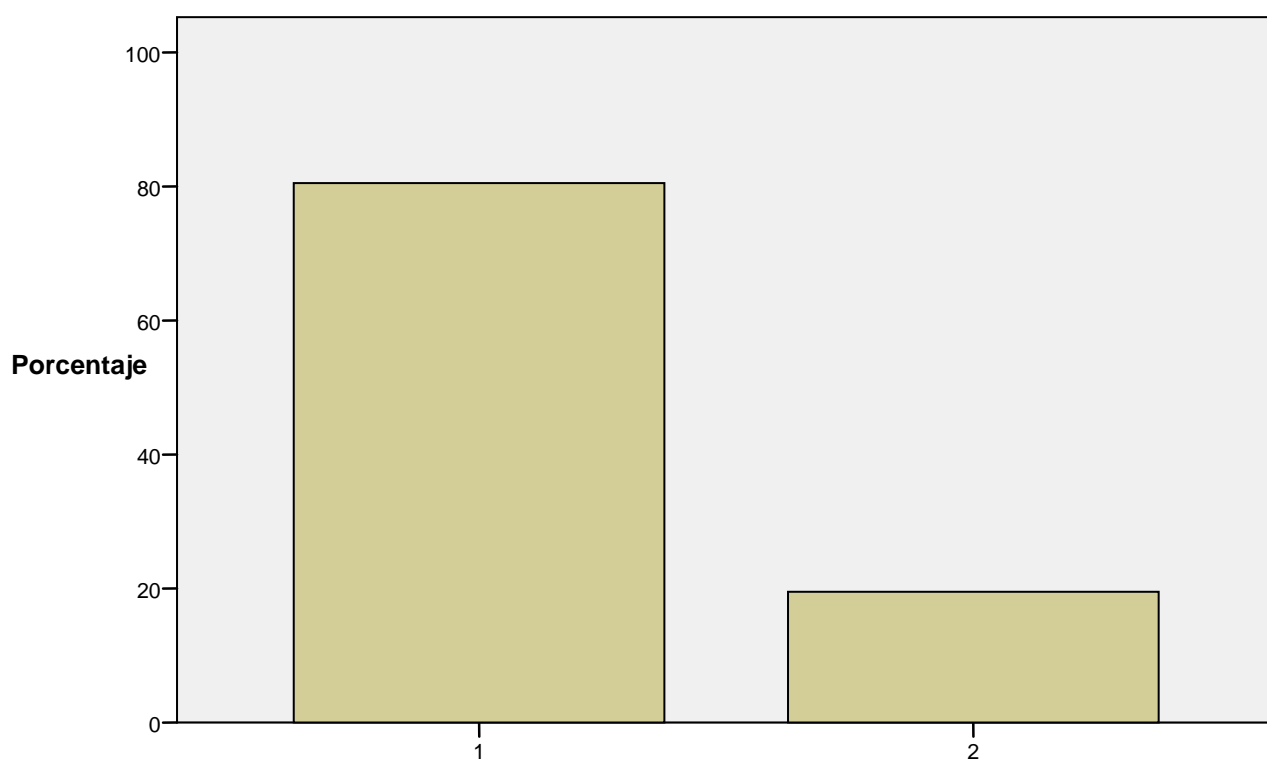
### ¿Esta intervenido quirúrgicamente?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	191	82,3	82,3	82,3
	Si	41	17,7	17,7	100,0
	Total	232	100,0	100,0	



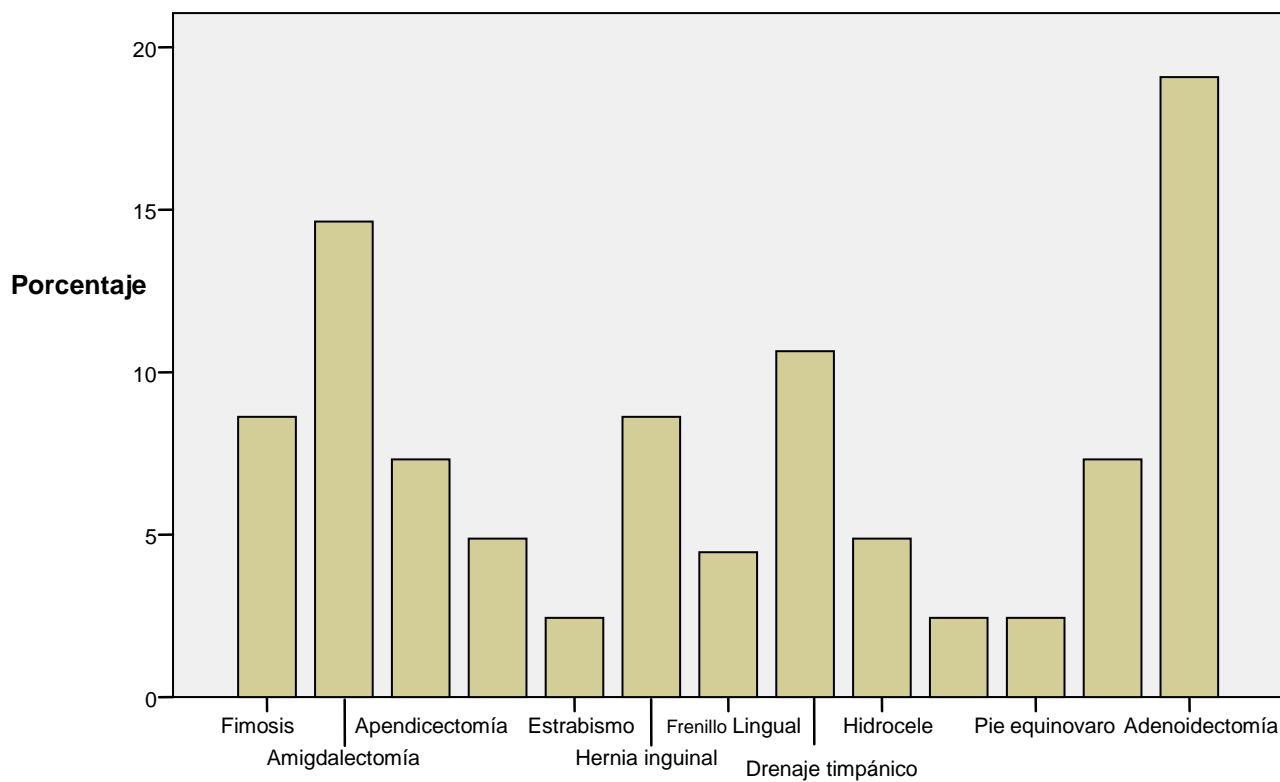
¿Cuántas intervenciones quirúrgicas (IQx) ha tenido?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	33	14,2	80,5	80,5
	2	8	3,4	19,5	100,0
	Total	41	17,7	100,0	
Perdidos	0	191	82,3		
Total		232	100,0		



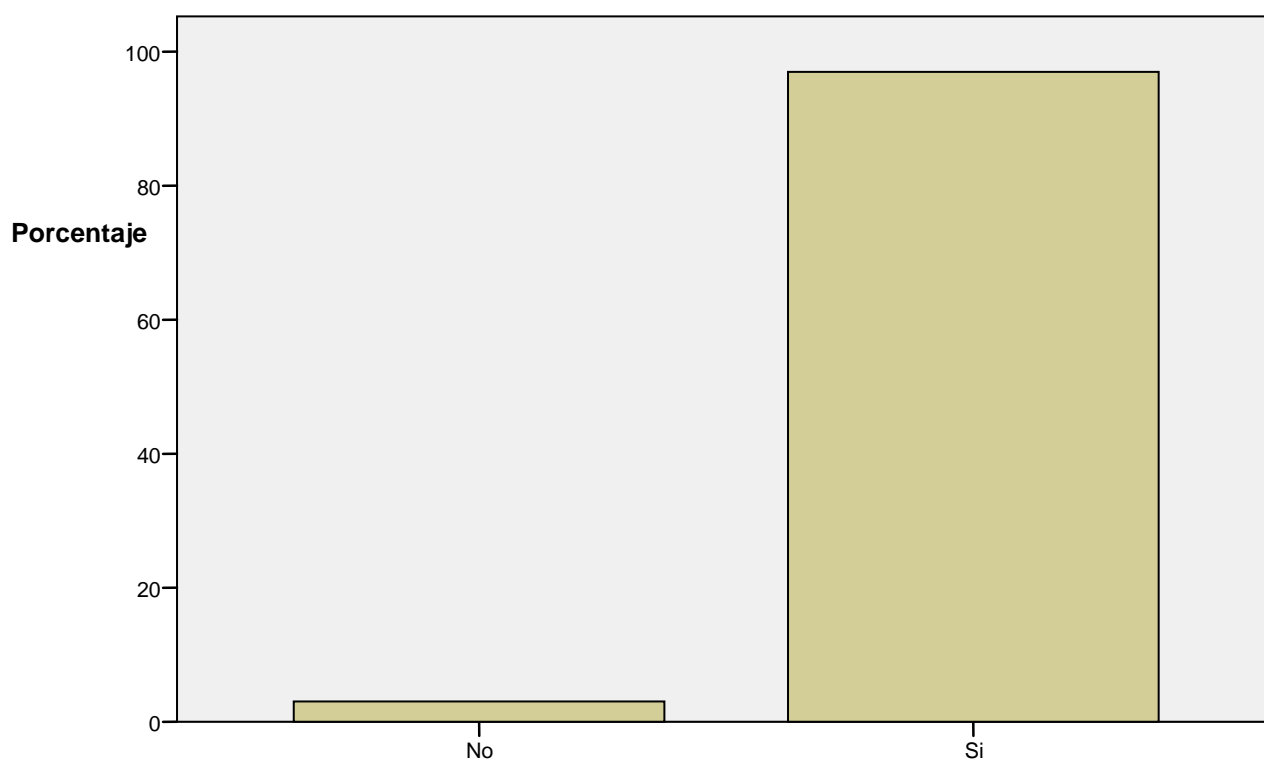
## Tipo de intervención quirúrgica

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Adherencia Balanoprepucial	4	8,2	8,2
	Amigdalectomía	7	14,3	22,5
	Apendicectomía	3	6,1	28,6
	Drenaje timpánico	6	12,2	40,8
	Estrabismo	1	2,0	42,8
	Fractura brazo	5	10,3	53,1
	Frenillo Lingual	2	4,1	57,2
	Hernia Inguinal	4	8,2	65,4
	Hidrocele	2	4,1	69,5
	Hipospadia	1	2,0	71,5
	Pie equinvaro	1	2,0	73,5
	Orquidopexia=Testículo en ascensor	3	6,2	79,7
	Adenoidectomía	9	18,5	100,0
	Total	49	100,0	



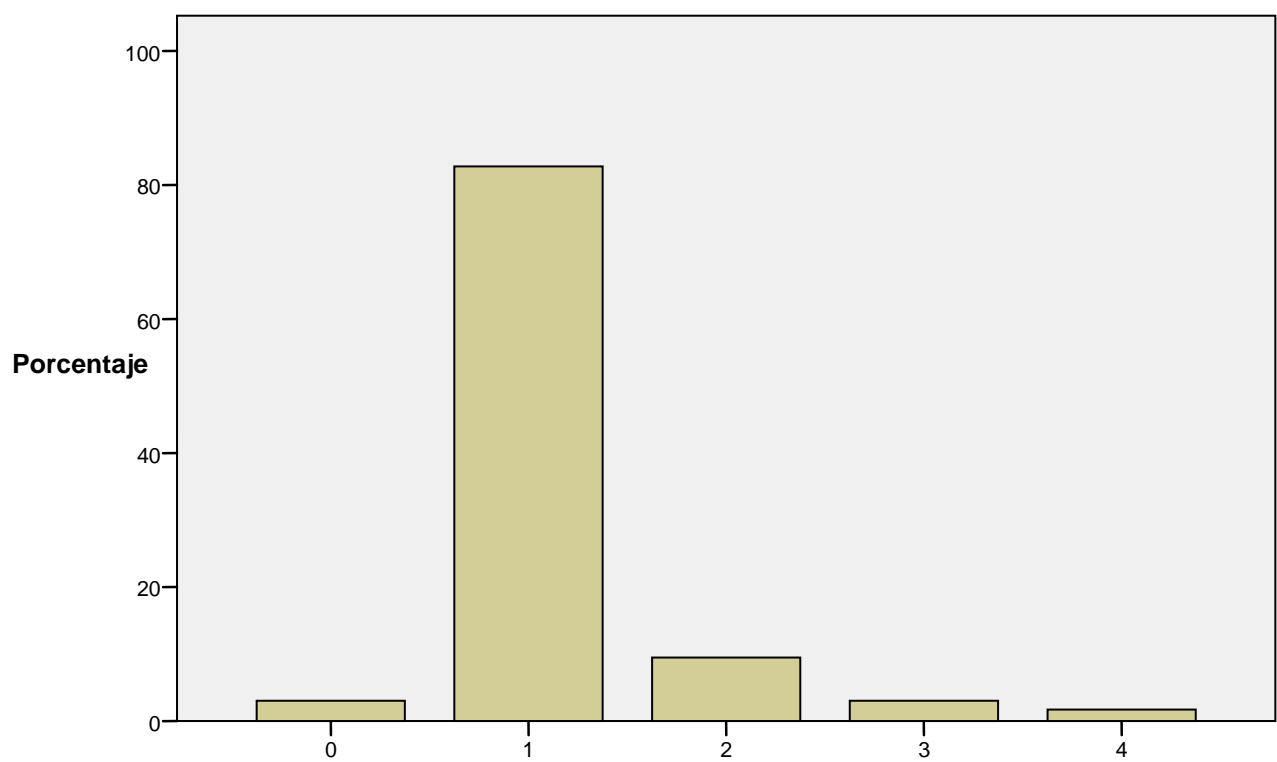
### ¿Realiza deporte extraescolar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	7	3,0	3,0	3,0
	Si	225	97,0	97,0	100,0
	Total	232	100,0	100,0	



### ¿Cuántos deportes extraescolares practica?

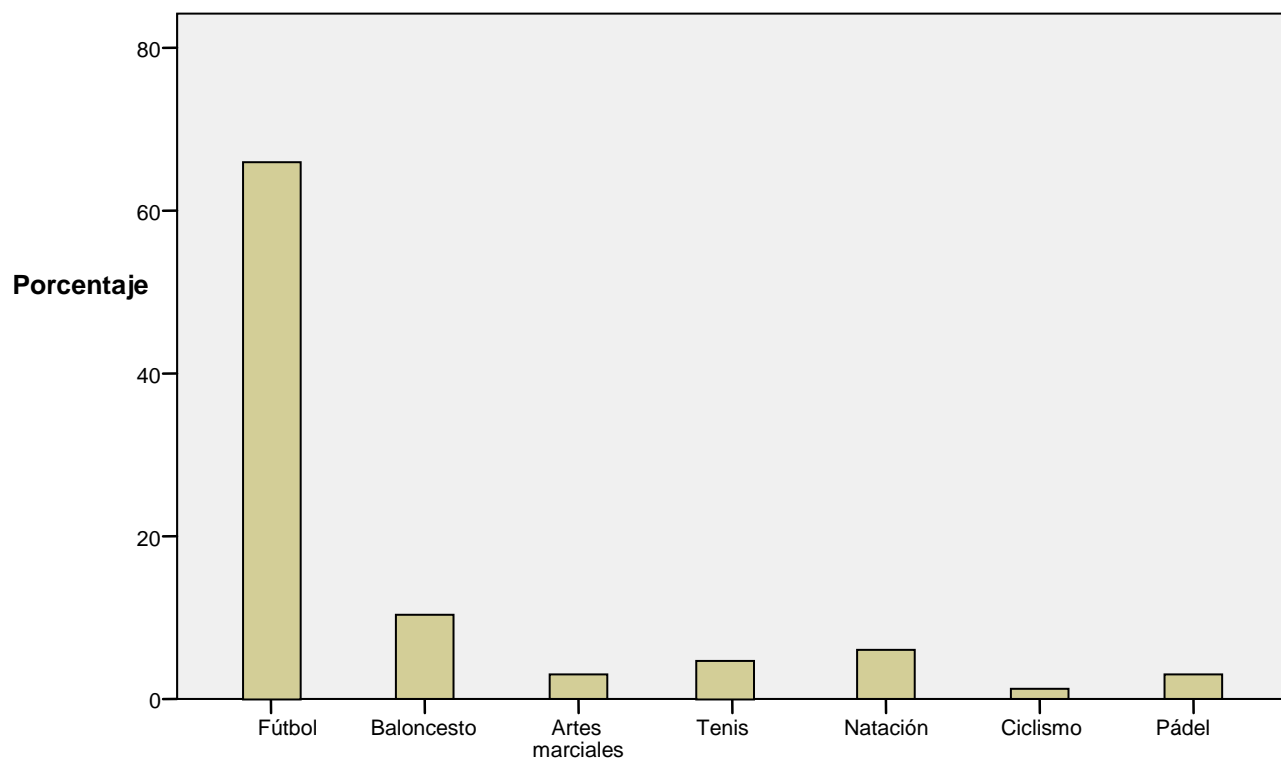
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	7	3,0	3,0	3,0
	1	192	82,8	82,8	85,8
	2	22	9,5	9,5	95,3
	3	7	3,0	3,0	98,3
	4	4	1,7	1,7	100,0
	Total	232	100,0	100,0	





## Tipo de deporte extraescolar que practica

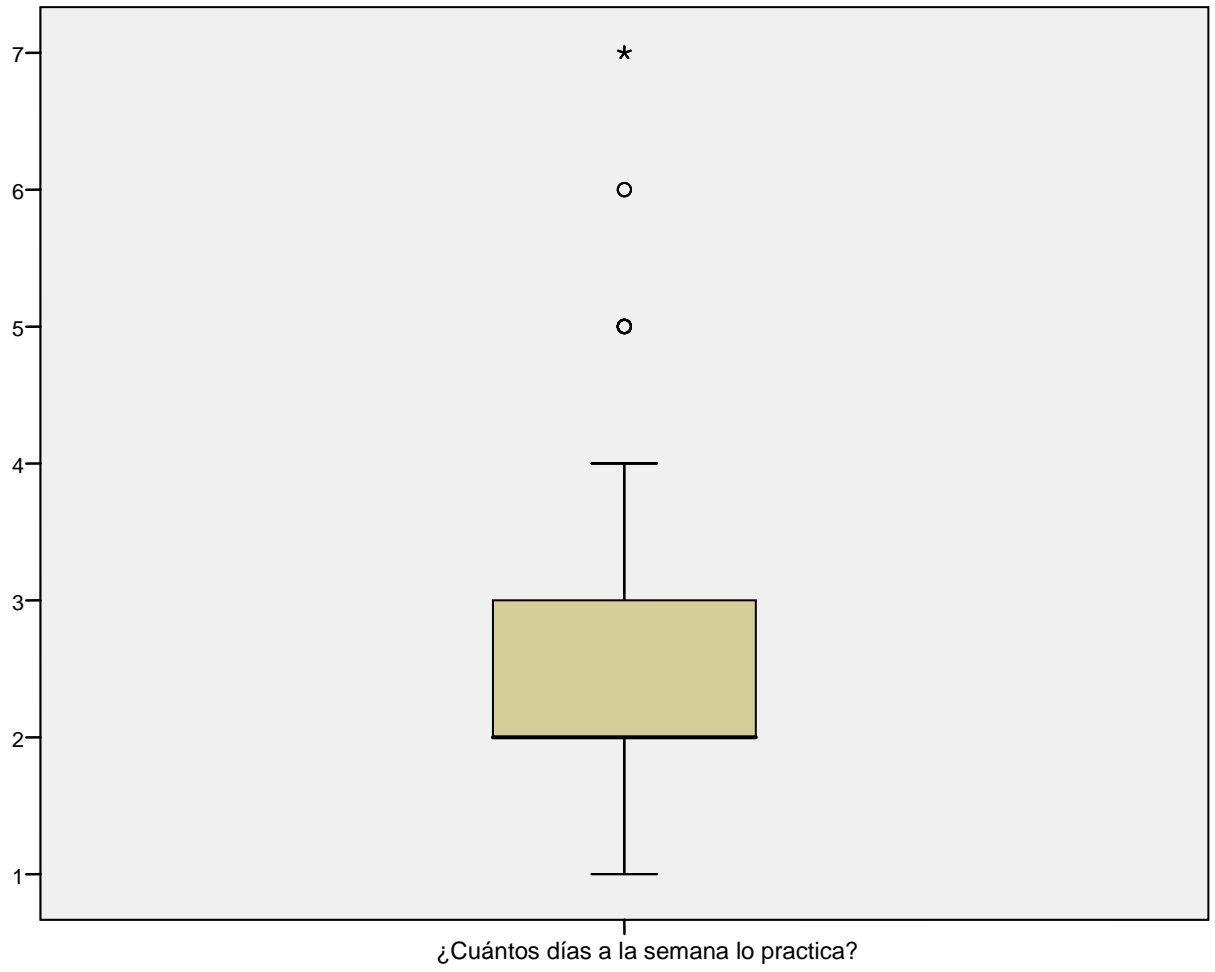
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
	Fútbol	173	63,4	63,4
	Baloncesto	27	9,9	73,3
	Tenis	13	4,8	78,1
	Artes marciales	10	3,7	81,8
	Golf	5	1,8	83,6
	Esquí	2	0,8	84,3
	Hockey	1	0,4	84,7
	Equitación	3	1,1	85,8
	Atletismo	1	0,4	86,2
	Natación	15	5,5	91,7
	Pádel	9	3,3	95,0
	Gimnasia artística deportiva	2	0,8	95,8
	Patinaje	1	0,4	96,2
	Ciclismo	5	1,8	98,0
	Multideporte	1	0,4	98,4
	Triatlón	2	0,8	99,2
	Esgrima	2	0,8	100,0
	Total	273	100,0	



### ¿Cuántos días a la semana lo practica?

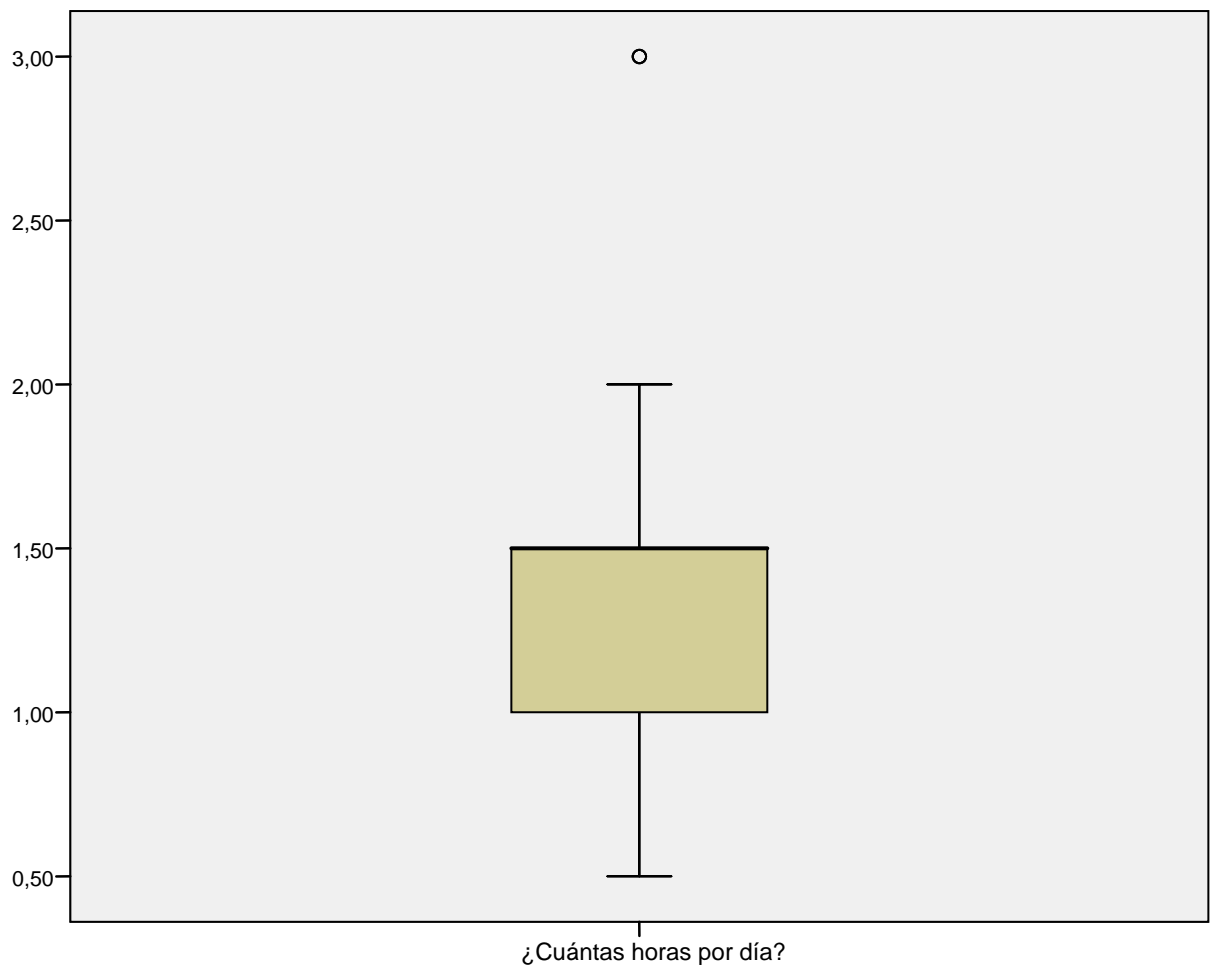
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	11	4,7	4,9	4,9
	2	129	55,6	57,3	62,2
	3	56	24,1	24,9	87,1
	4	10	4,3	4,4	91,6
	5	13	5,6	5,8	97,3
	6	3	1,3	1,3	98,7
	7	3	1,3	1,3	100,0
	Total	225	97,0	100,0	
Perdidos	0	7	3,0		
Total		232	100,0		

		Estadístico	Error típ.
¿Cuántos días a la semana lo practica?	Media	2,58	,073
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,44
		Límite superior	2,73
	Media recortada al 5%	2,49	
	Mediana	2,00	
	Varianza	1,209	
	Desv. típ.	1,099	
	Mínimo	1	
	Máximo	7	
	Rango	6	
	Amplitud intercuartil	1	
	Asimetría	1,782	,162
	Curtosis	3,621	,323



### ¿Cuántas horas por día lo practica?

		Estadístico	Error típ.
¿Cuántas horas por día?	Media	1,3978	,02358
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,3513
		Límite superior	1,4442
	Media recortada al 5%	1,3815	
	Mediana	1,5000	
	Varianza	,125	
	Desv. típ.	,35370	
	Mínimo	,50	
	Máximo	3,00	
	Rango	2,50	
	Amplitud intercuartil	,50	
	Asimetría	,982	,162
	Curtosis	4,412	,323



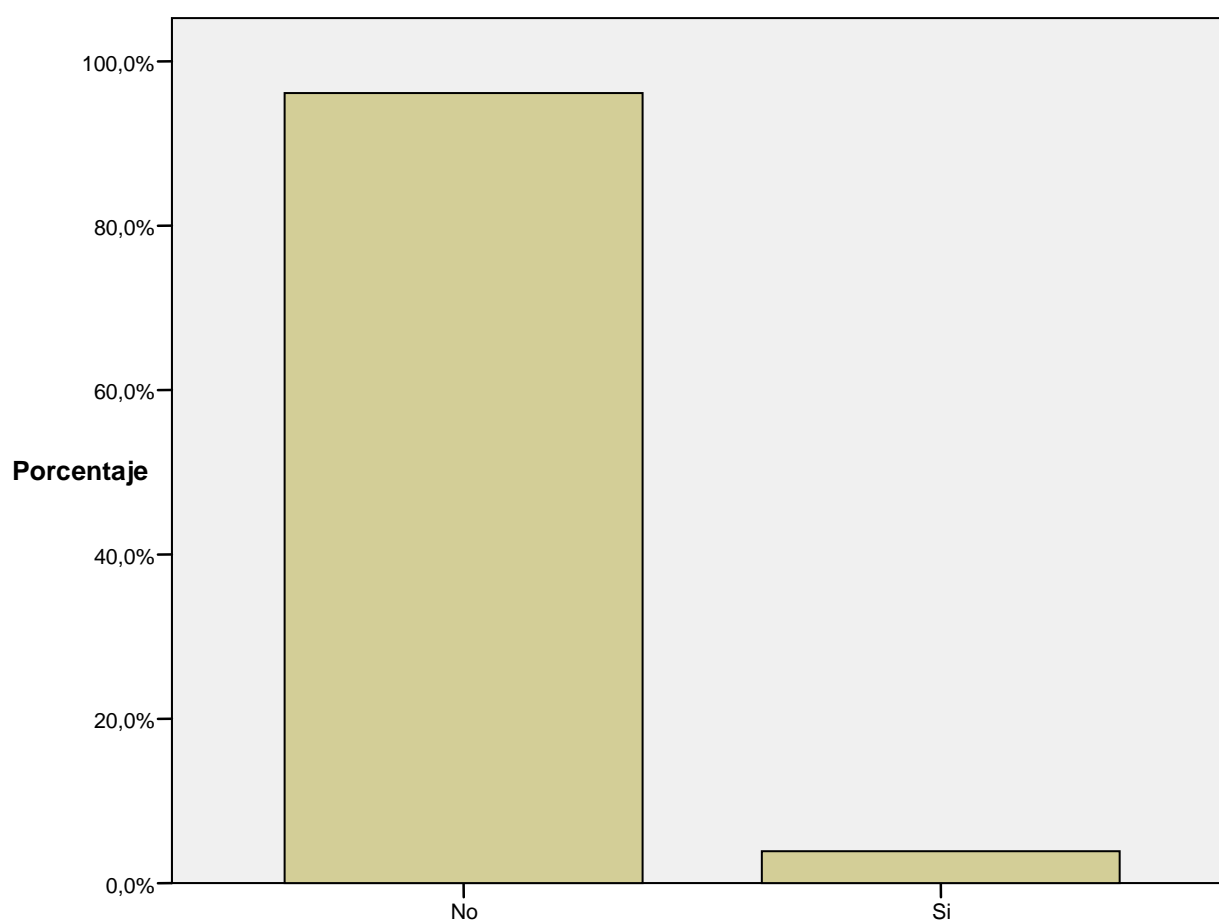
### ¿Cuántas horas, a la semana, lo practican?

		Estadístico	Error típ.
¿Cuántas horas por semana en total?	Media	3,6067	,11965
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,3709
		Límite superior	3,8425
	Media recortada al 5%	3,4228	
	Mediana	3,0000	
	Varianza	3,221	
	Desv. típ.	1,79479	
	Mínimo	,50	
	Máximo	10,00	
	Rango	9,50	
	Amplitud intercuartil	1,50	
	Asimetría	1,801	,162
	Curtosis	3,765	,323



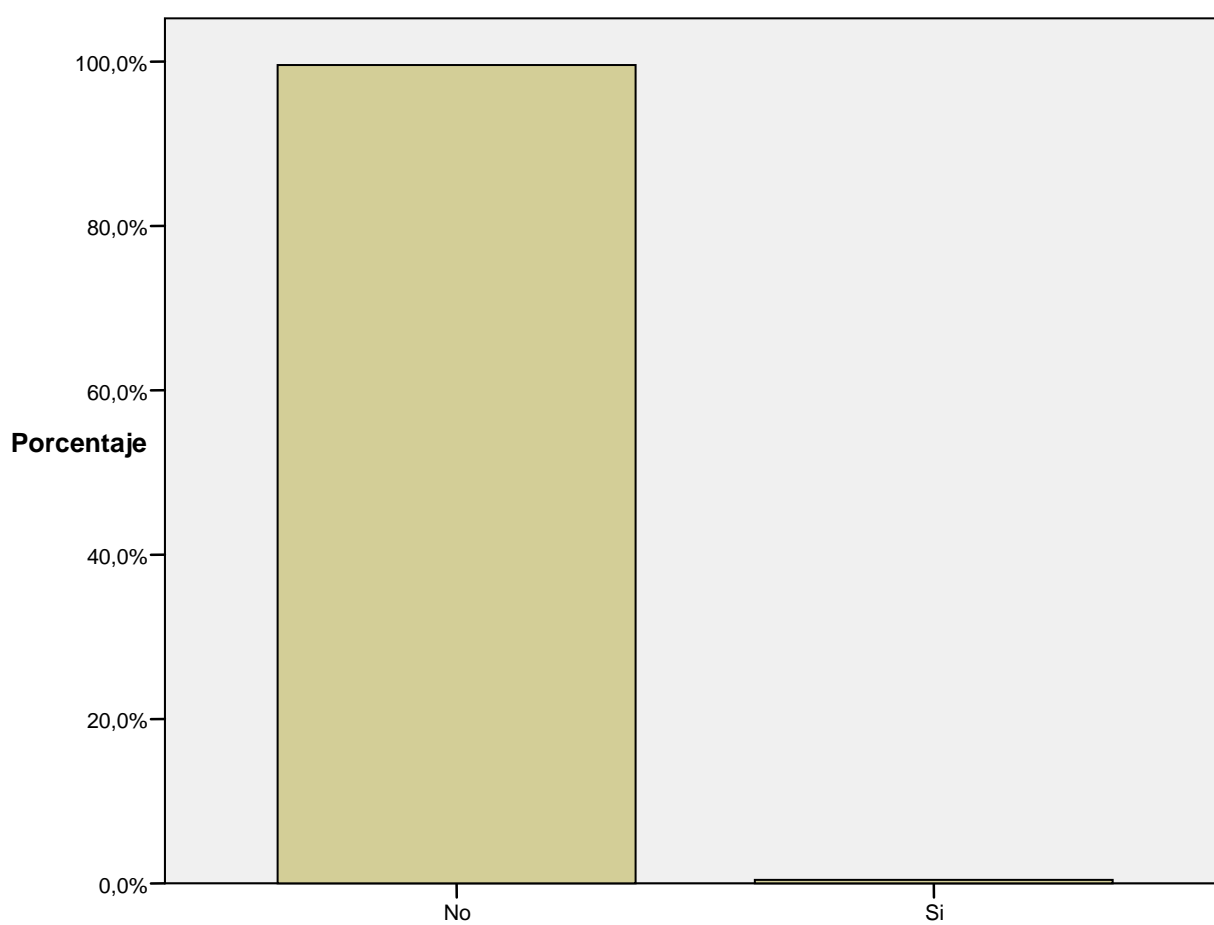
¿Tiene en FEV<sub>1</sub> inferior al 80%?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	223	96,1	96,1	96,1
	Si	9	3,9	3,9	100,0
	Total	232	100,0	100,0	



¿Tiene en FEV<sub>1</sub> inferior al 70%?

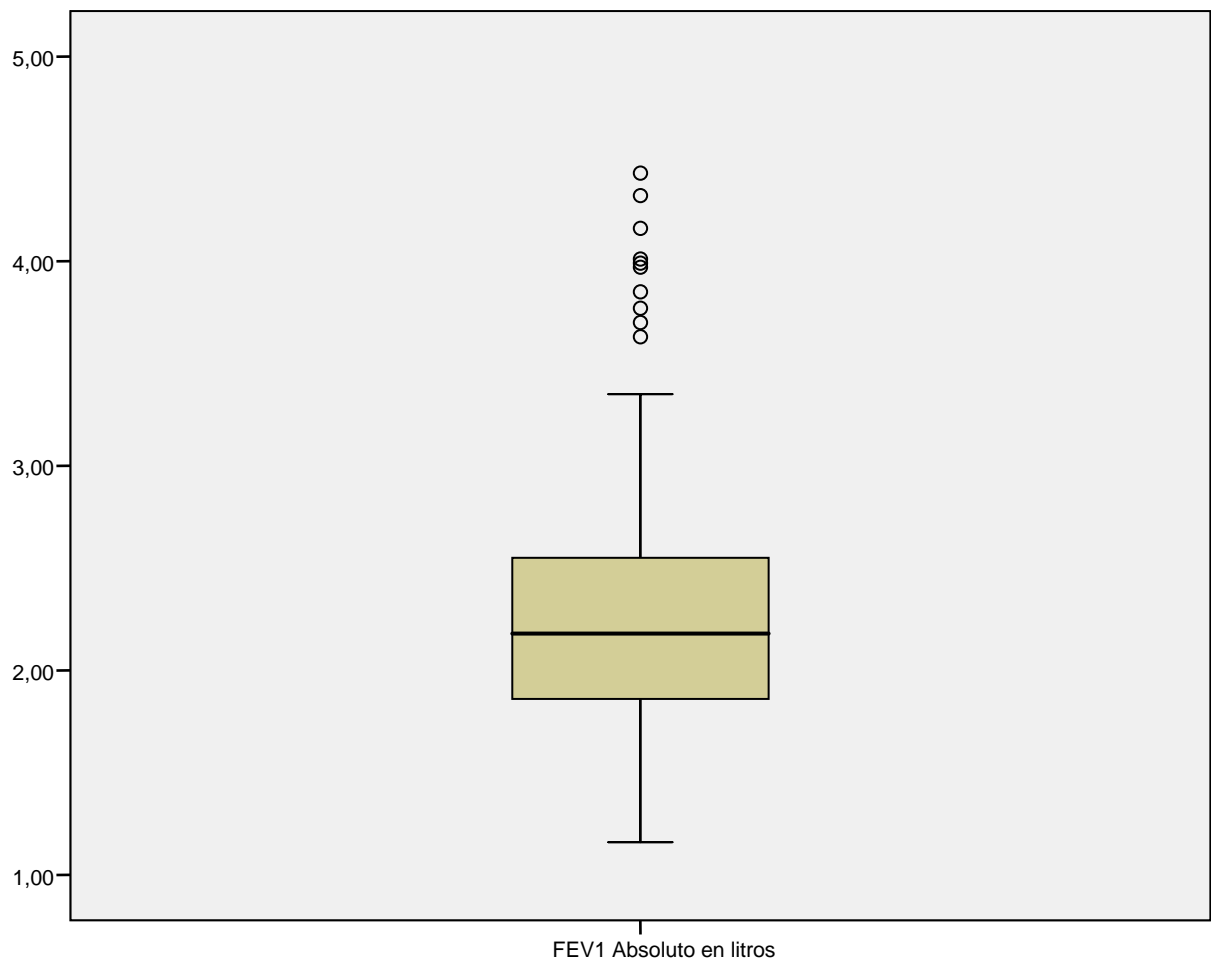
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	231	99,6	99,6	99,6
	Si	1	,4	,4	100,0
	Total	232	100,0	100,0	





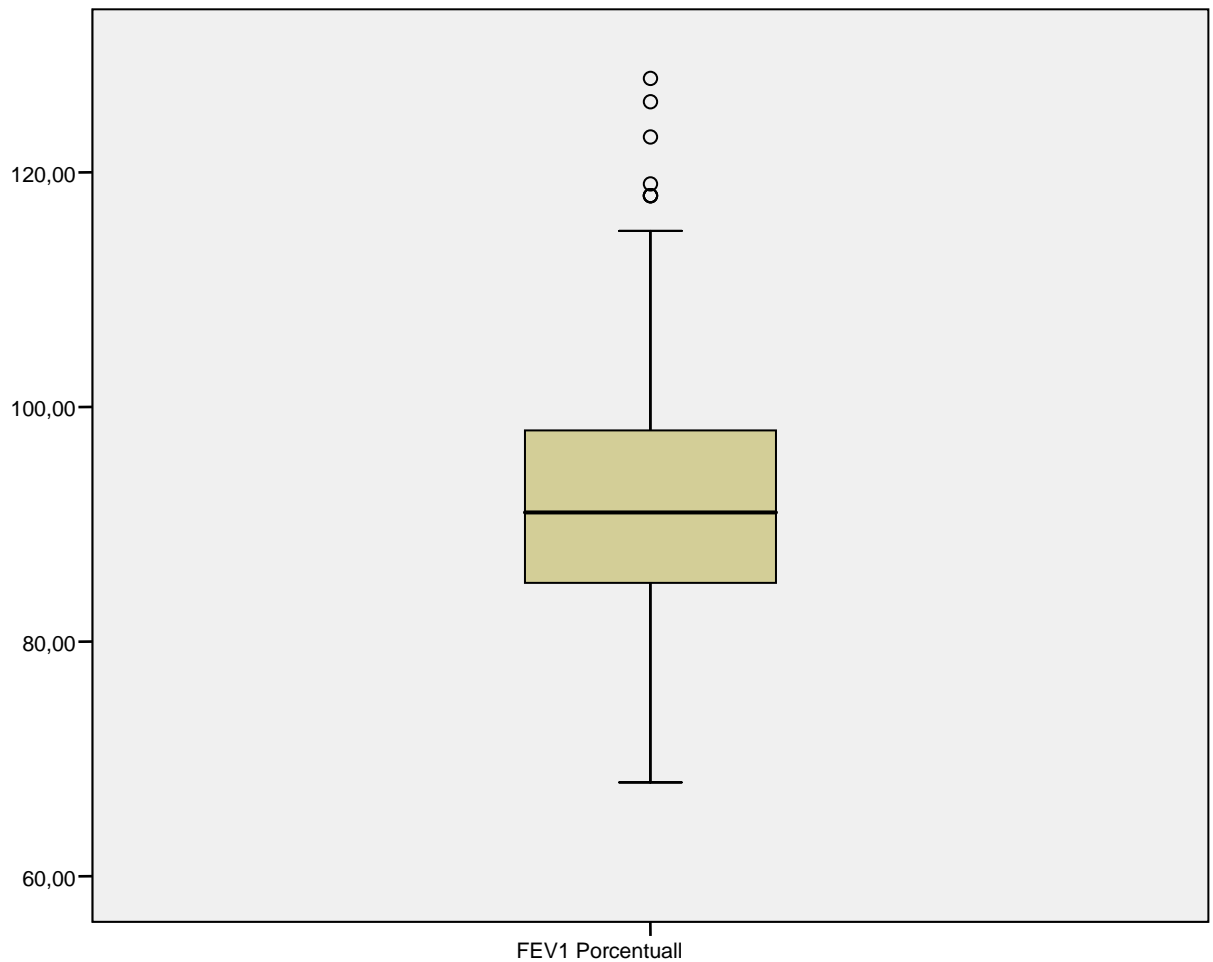
## Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>), en valor absoluto

		Estadístico	Error típ.
FEV1 Absoluto en litros	Media	2,2535	,03823
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,1782
		Límite superior	2,3288
	Media recortada al 5%	2,2115	
	Mediana	2,1800	
	Varianza	,339	
	Desv. típ.	,58225	
	Mínimo	1,16	
	Máximo	4,43	
	Rango	3,27	
	Amplitud intercuartil	,69	
	Asimetría	1,086	,160
	Curtosis	1,808	,318



### Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>), en valor porcentual

		Estadístico	Error típ.
FEV1 Porcentual	Media	92,8750	,67164
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	91,5517
		Límite superior	94,1983
	Media recortada al 5%	92,3477	
	Mediana	91,0000	
	Varianza	104,655	
	Desv. típ.	10,23012	
	Mínimo	68,00	
	Máximo	128,00	
	Rango	60,00	
	Amplitud intercuartil	13,00	
	Asimetría	,744	,160
	Curtosis	,733	,318

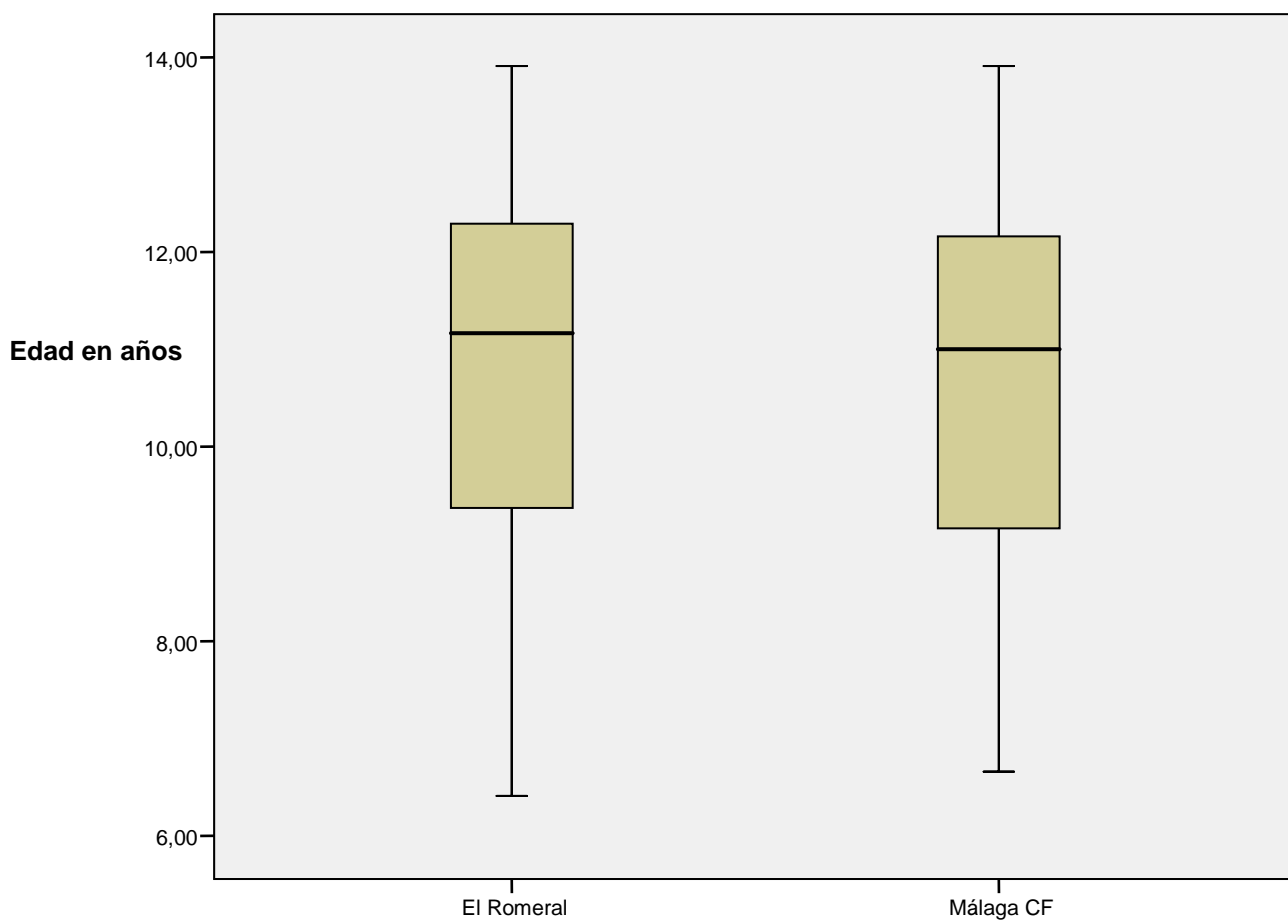


## **B.- ANALISIS BIVARIANTE**

### **B.1 Según pertenencia al grupo control o intervención**

**Edad en años de cada uno de los grupos estudiados**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
Edad en años	El Romeral	Media	10,8180	,17453
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10,4723
			Límite superior	11,1637
		Media recortada al 5%	10,8582	
		Mediana	11,1650	
		Varianza	3,534	
		Desv. típ.	1,87980	
		Mínimo	6,41	
		Máximo	13,91	
		Rango	7,50	
		Amplitud intercuartil	2,96	
		Asimetría	-,239	,225
		Curtosis	-,901	,446
	Málaga CF	Media	10,7699	,16818
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10,4368
			Límite superior	11,1031
		Media recortada al 5%	10,7934	
		Mediana	11,0000	
		Varianza	3,281	
		Desv. típ.	1,81139	
		Mínimo	6,66	
		Máximo	13,91	
		Rango	7,25	
		Amplitud intercuartil	3,00	
		Asimetría	-,182	,225
		Curtosis	-,961	,446

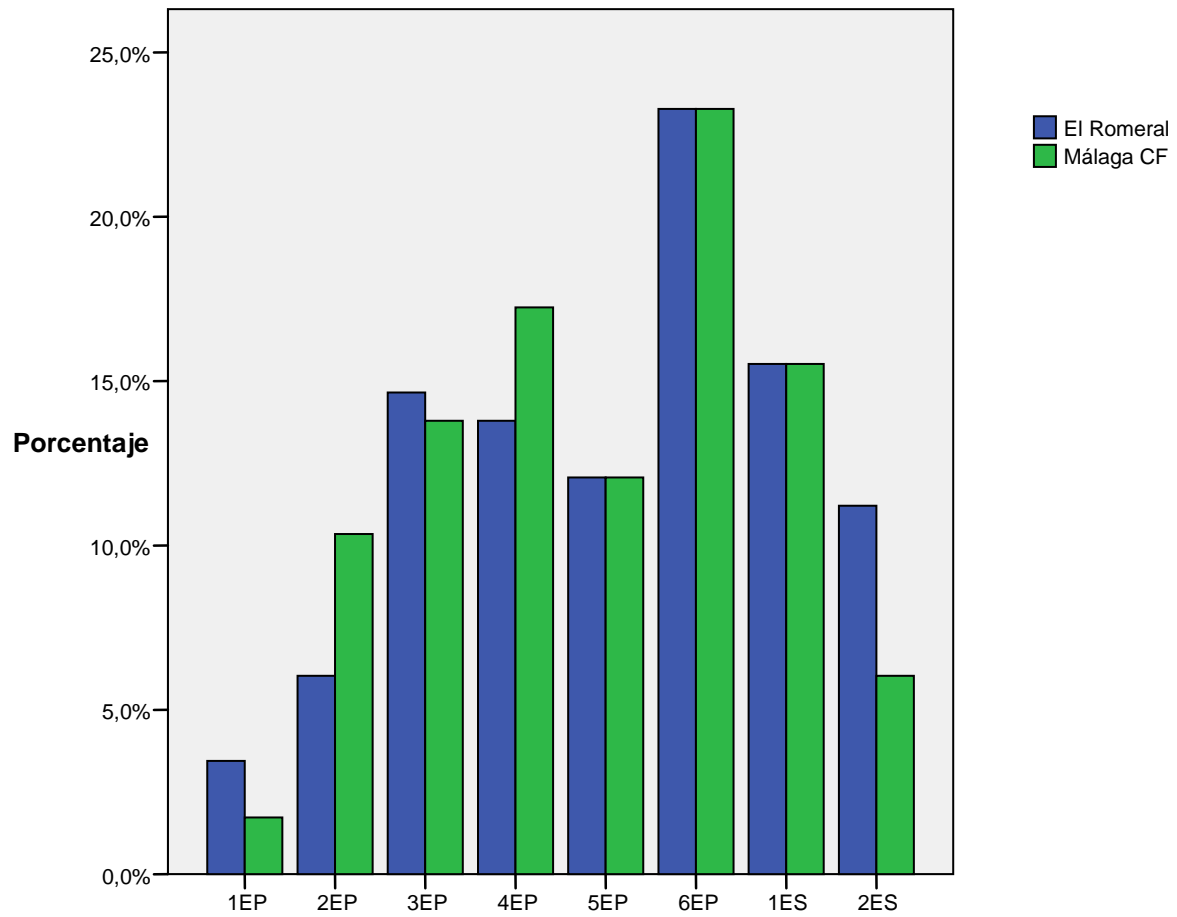


#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
Edad en años	Se han asumido varianzas iguales	,193	,660	,198	230	,843	,04810	,24238	-,42946	,52567
	No se han asumido varianzas iguales			,198	229,685	,843	,04810	,24238	-,42947	,52568

**Distribución de los niños por curso académico según pertenencia al grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
Curso académico en el que se encuentra	1EP	Recuento	4	2	6
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	3,4%	1,7%	2,6%
	2EP	Recuento	7	12	19
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	6,0%	10,3%	8,2%
	3EP	Recuento	17	16	33
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	14,7%	13,8%	14,2%
	4EP	Recuento	16	20	36
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	13,8%	17,2%	15,5%
	5EP	Recuento	14	14	28
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	12,1%	12,1%	12,1%
	6EP	Recuento	27	27	54
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	23,3%	23,3%	23,3%
	1ES	Recuento	18	18	36
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	15,5%	15,5%	15,5%
	2ES	Recuento	13	7	20
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	11,2%	6,0%	8,6%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



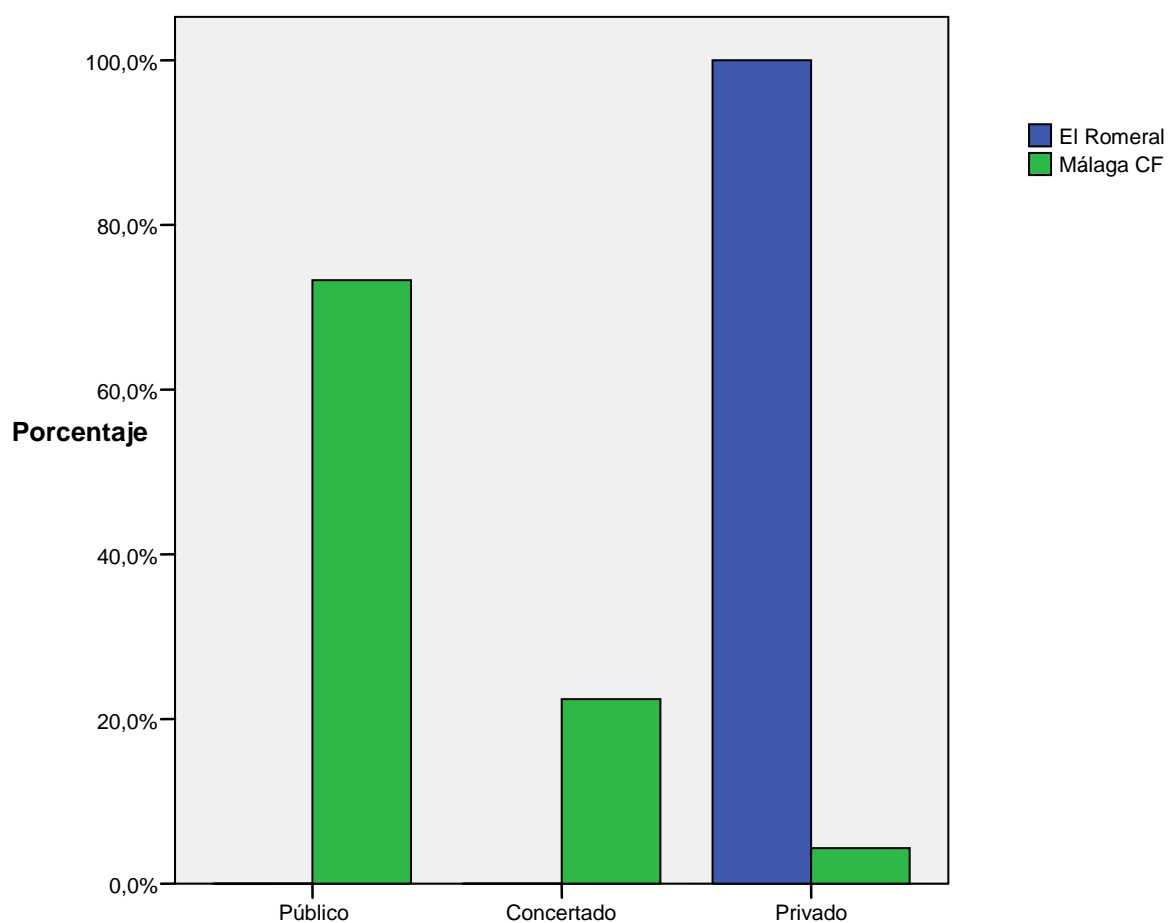
#### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,257(a)	7	,750
Razón de verosimilitudes	4,315	7	,743
Asociación lineal por lineal	,893	1	,345
N de casos válidos	232		

a. 2 casillas (12,5%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,00.

**Tipo de colegio donde se encuentra cursando los estudios según pertenencia al grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
¿Colegio público, concertado o privado?	Público	Recuento	0	85	85
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,0%	73,3%	36,6%
	Concertado	Recuento	0	26	26
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,0%	22,4%	11,2%
	Privado	Recuento	116	5	121
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	4,3%	52,2%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

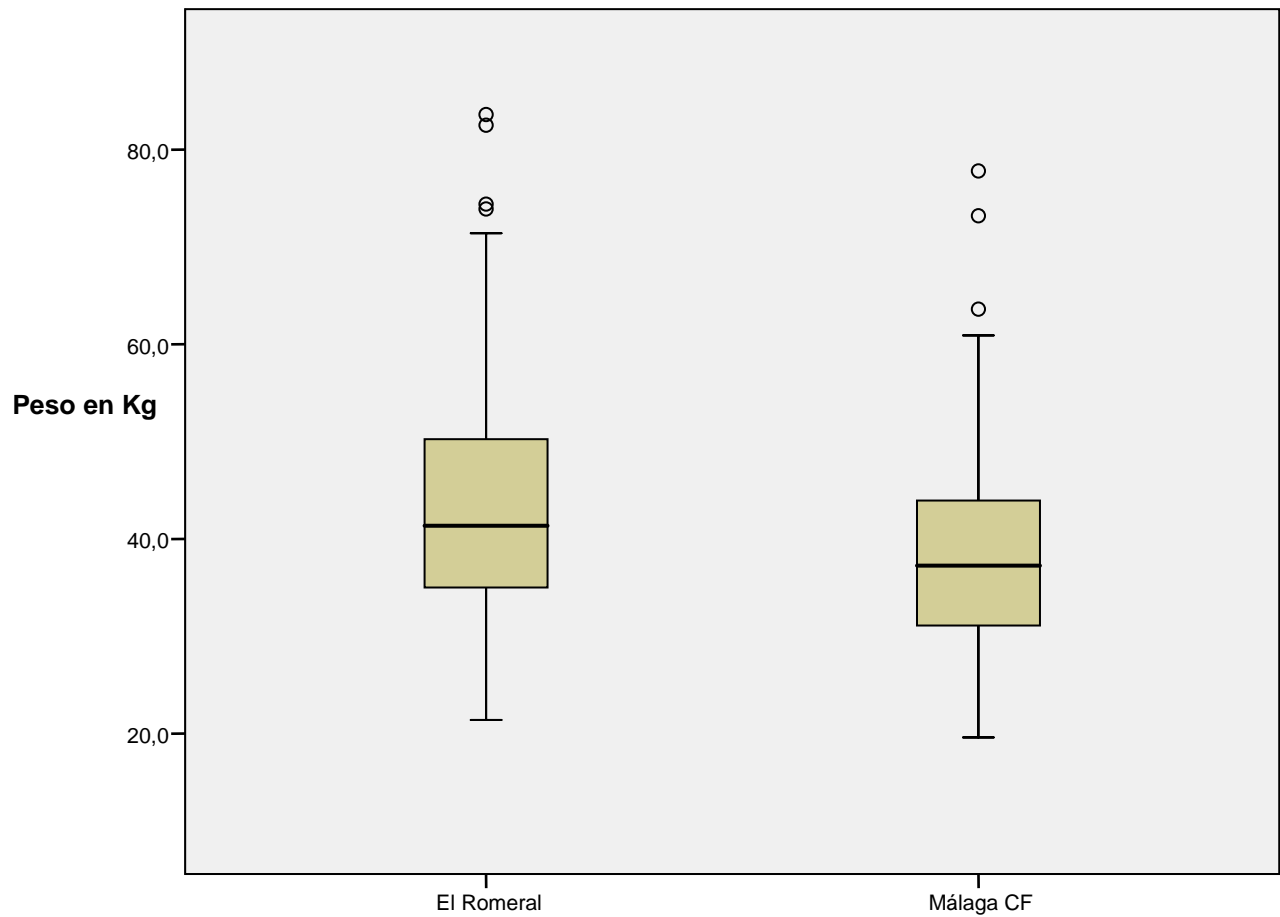
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	212,826(a)	2	,000
Razón de verosimilitudes	279,966	2	,000
Asociación lineal por lineal	190,857	1	,000
N de casos válidos	232		

a. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 13,00.



**Peso, en kilogramos, de los niños según pertenencia al grupo intervención o no**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
Peso en Kg	El Romeral	Media	43,186	1,1428
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	40,923
			Límite superior	45,450
		Media recortada al 5%	42,439	
		Mediana	41,350	
		Varianza	151,500	
		Desv. típ.	12,3085	
		Mínimo	21,4	
		Máximo	83,6	
		Rango	62,2	
		Amplitud intercuartil	15,5	
		Asimetría	,875	,225
		Curtosis	,985	,446
	Málaga CF	Media	38,392	,9410
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	36,528
			Límite superior	40,256
		Media recortada al 5%	37,737	
		Mediana	37,250	
		Varianza	102,708	
		Desv. típ.	10,1345	
		Mínimo	19,6	
		Máximo	77,8	
		Rango	58,2	
		Amplitud intercuartil	12,9	
		Asimetría	1,164	,225
		Curtosis	2,087	,446

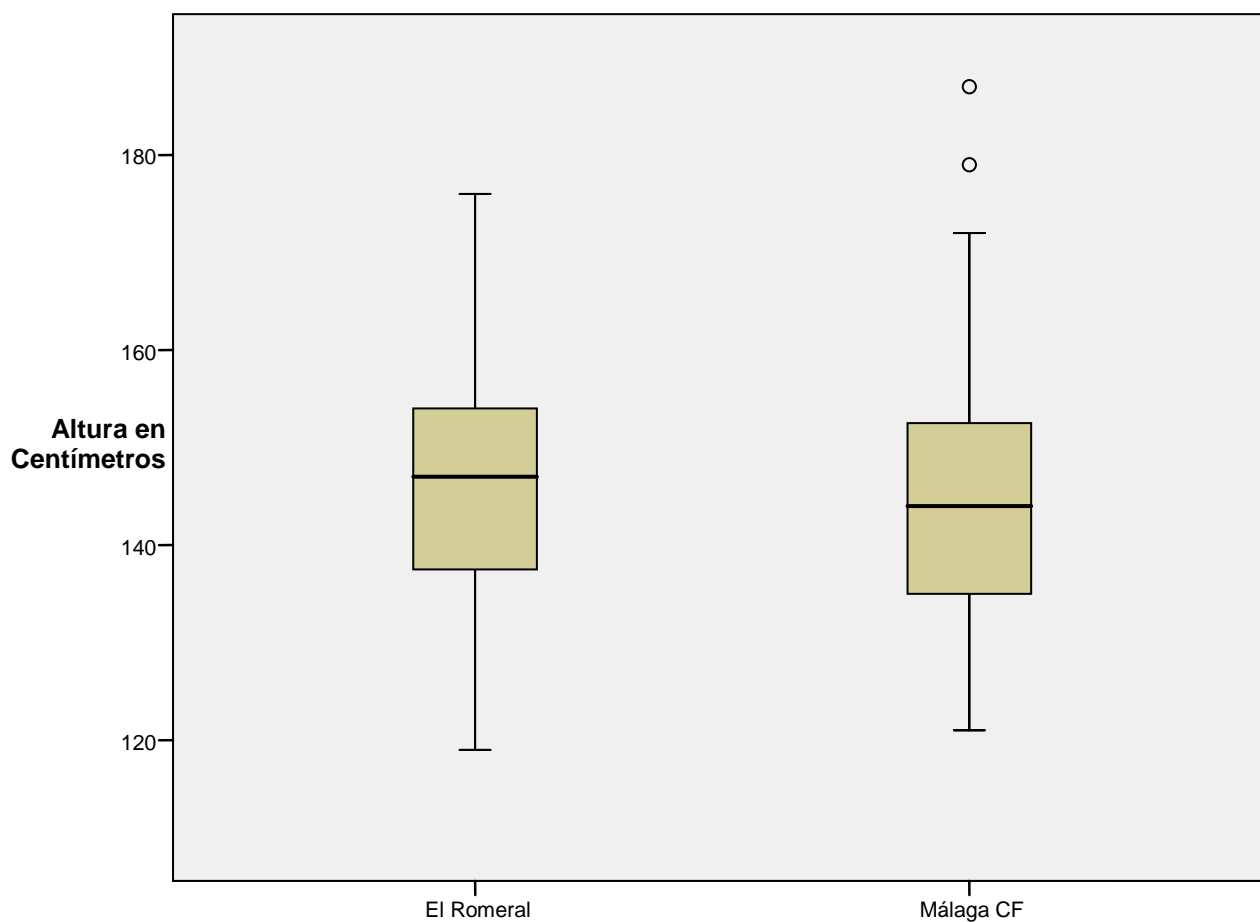


### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
Peso en Kg	Se han asumido varianzas iguales	4,179	,042	3,238	230	,001	4,7940	1,4804	1,8772	7,7108
	No se han asumido varianzas iguales			3,238	221,828	,001	4,7940	1,4804	1,8766	7,7113

**Altura, en centímetros, de los niños según pertenencia al grupo intervención o no**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
Altura en Centímetros	El Romeral	Media	146,29	1,182
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	143,95
			Límite superior	148,63
		Media recortada al 5%	146,10	
		Mediana	147,00	
		Varianza	162,070	
		Desv. típ.	12,731	
		Mínimo	119	
		Máximo	176	
		Rango	57	
		Amplitud intercuartil	17	
		Asimetría	,188	,225
		Curtosis	-,344	,446
	Málaga CF	Media	144,72	1,161
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	142,41
			Límite superior	147,02
		Media recortada al 5%	144,26	
		Mediana	144,00	
		Varianza	156,484	
		Desv. típ.	12,509	
		Mínimo	121	
		Máximo	187	
		Rango	66	
		Amplitud intercuartil	18	
		Asimetría	,545	,225
		Curtosis	,502	,446



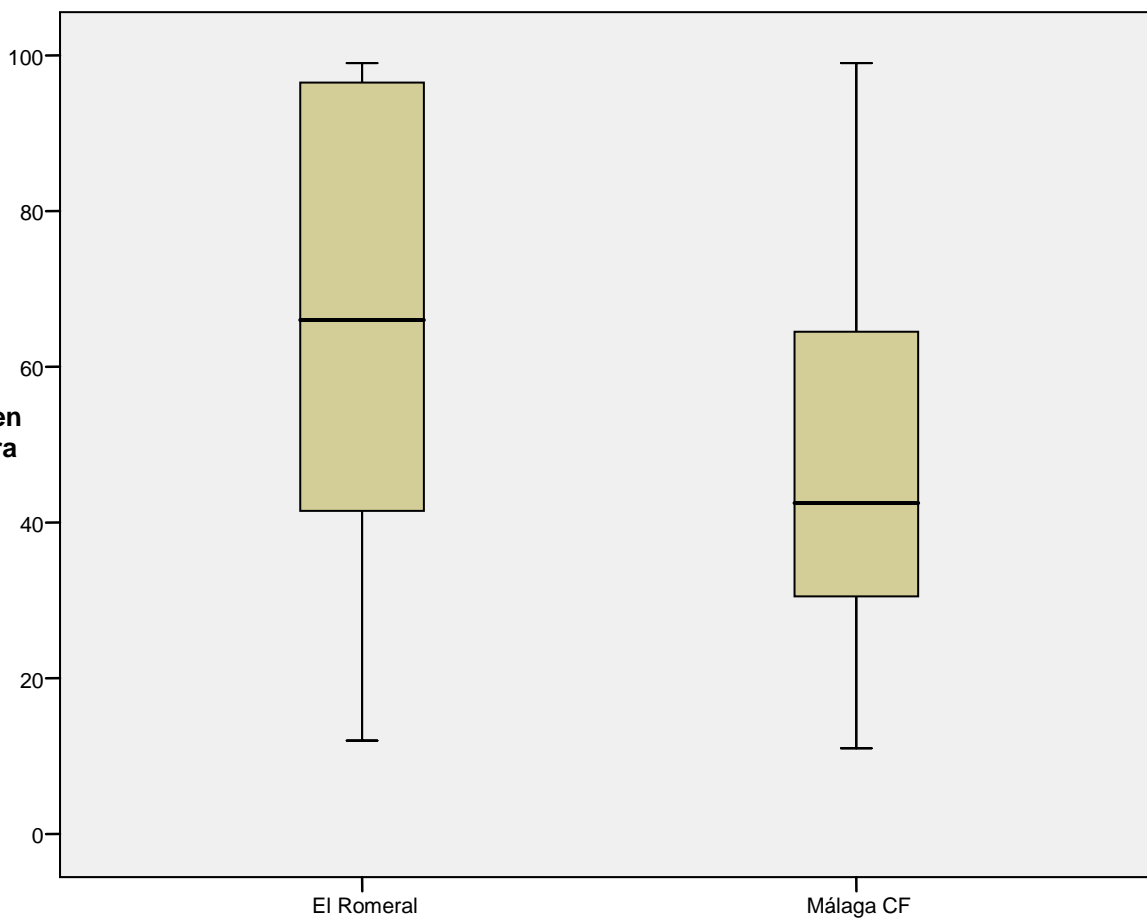
#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
Altura en Centímetros	Se han asumido varianzas iguales	,158	,691	,952	230	,342	1,578	1,657	-1,688	4,843
	No se han asumido varianzas iguales			,952	229,929	,342	1,578	1,657	-1,688	4,843

**Percentil del Índice Masa Corporal (IMC) según pertenencia al grupo a intervención o no**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
Percentil del IMC en el que se encuentra	El Romeral	Media	65,45	2,569
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	60,36
			Límite superior	70,54
		Media recortada al 5%	66,25	
		Mediana	66,00	
		Varianza	765,832	
		Desv. típ.	27,674	
		Mínimo	12	
		Máximo	99	
		Rango	87	
		Amplitud intercuartil	56	
		Asimetría	-,075	,225
		Curtosis	-1,494	,446
	Málaga CF	Media	48,95	2,134
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	44,72
			Límite superior	53,18
		Media recortada al 5%	48,12	
		Mediana	42,50	
		Varianza	528,467	
		Desv. típ.	22,988	
		Mínimo	11	
		Máximo	99	
		Rango	88	
		Amplitud intercuartil	35	
		Asimetría	,679	,225
		Curtosis	-,530	,446

Percentil del IMC en el que se encuentra

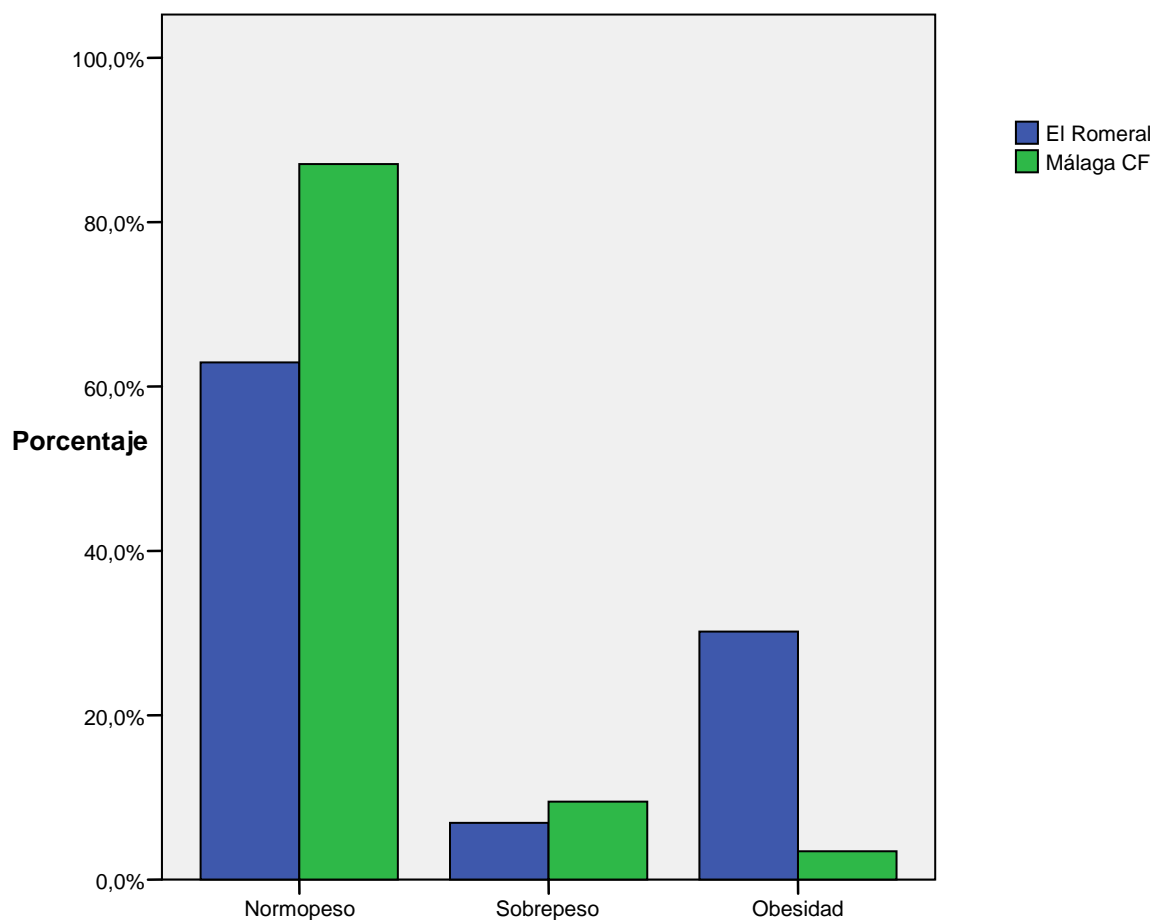


### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Percentil del IMC en el que se encuentra	Se han asumido varianzas iguales	5,590	,019	-2,671	230	,008	-12,113	4,535	-21,049	-3,177
	No se han asumido varianzas iguales			-2,410	53,189	,019	-12,113	5,027	-22,196	-2,031

### Clasificación del Índice Masa Corporal (IMC) según el grupo al que pertenece

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
Clasificación IMC según CDC	Normopeso	Recuento	73	101	174
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	62,9%	87,1%	75,0%
	Sobrepeso	Recuento	8	11	19
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	6,9%	9,5%	8,2%
	Obesidad	Recuento	35	4	39
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	30,2%	3,4%	16,8%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

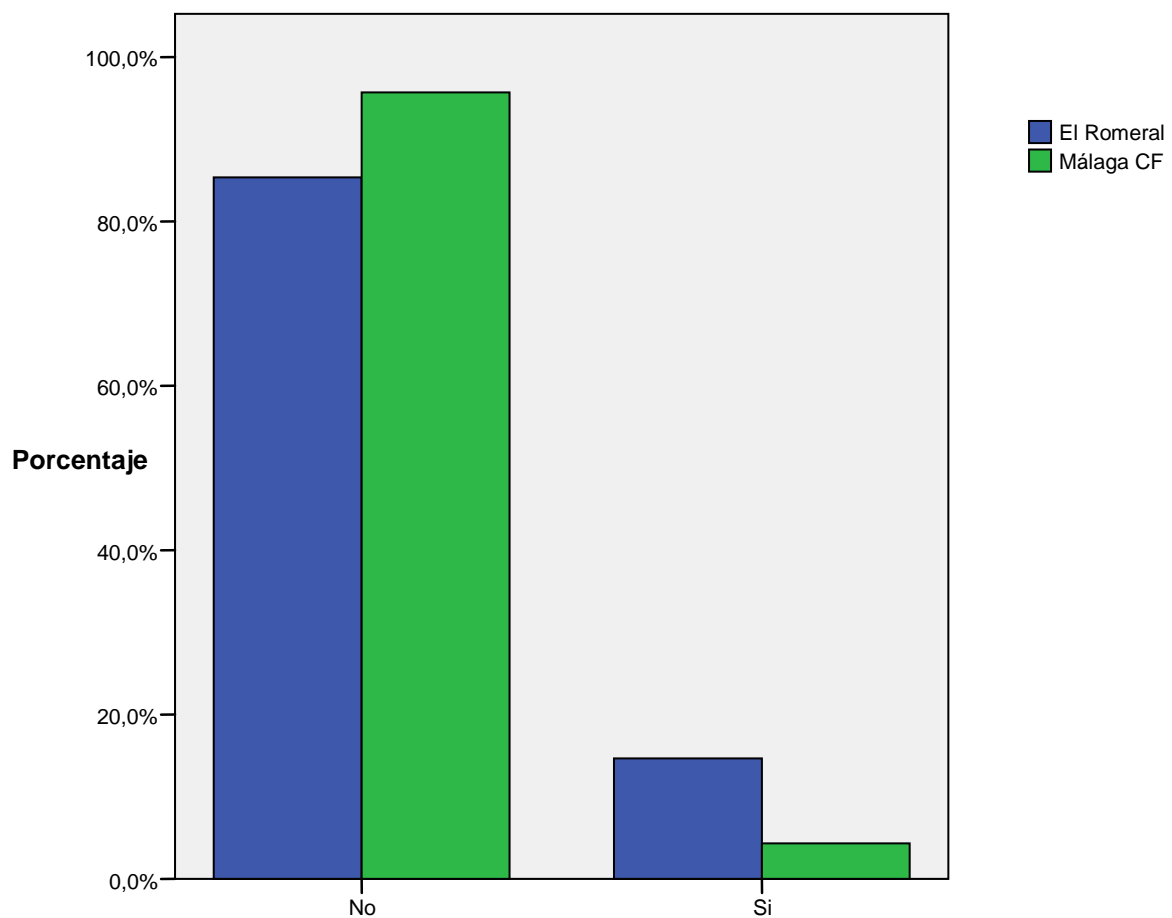
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	29,620(a)	2	,000
Razón de verosimilitudes	33,273	2	,000
Asociación lineal por lineal	25,780	1	,000
N de casos válidos	232		

a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 9,50.



**¿Padece enfermedad pulmonar?, análisis según pertenencia al grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
¿Padece enfermedad pulmonar?	No	Recuento	99	111	210
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	85,3%	95,7%	90,5%
	Si	Recuento	17	5	22
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	14,7%	4,3%	9,5%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

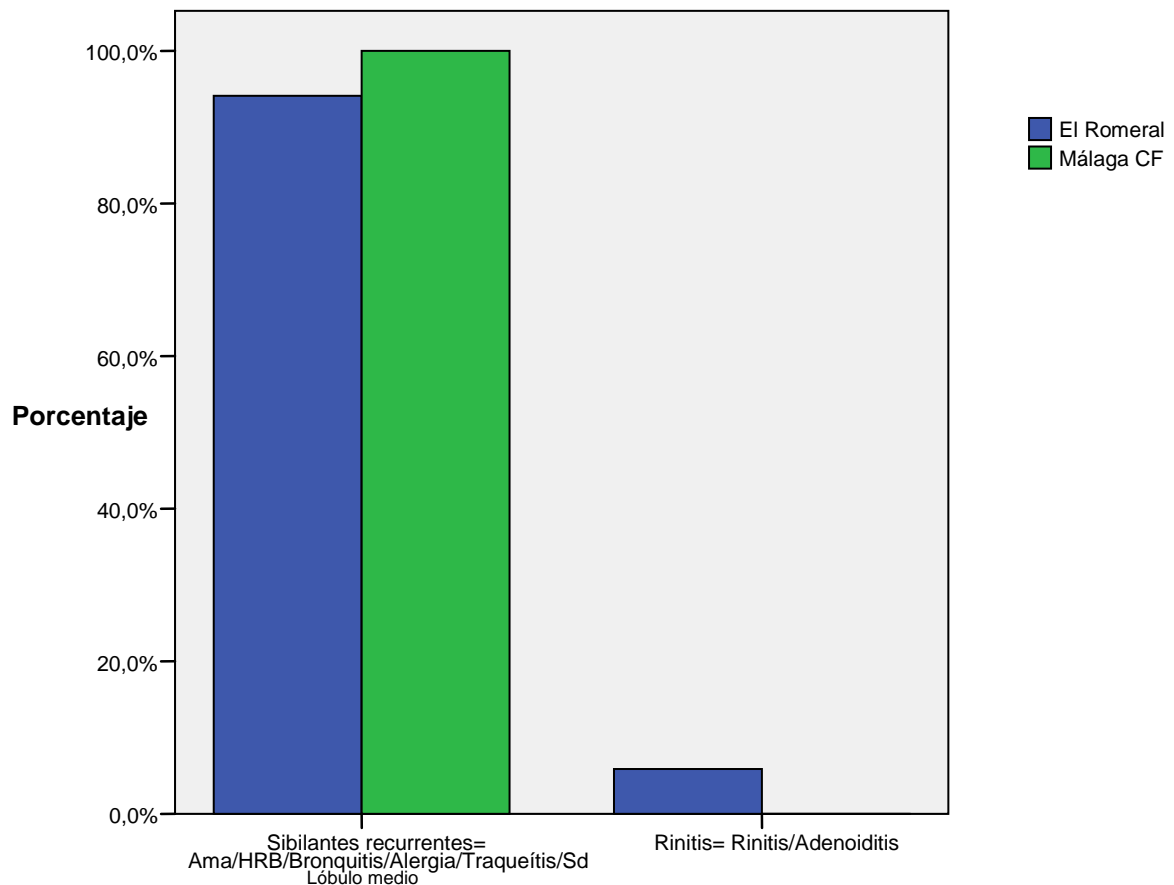
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,231(b)	1	,007		
Corrección por continuidad(a)	6,076	1	,014		
Razón de verosimilitudes	7,602	1	,006		
Estadístico exacto de Fisher				,012	,006
Asociación lineal por lineal	7,200	1	,007		
N de casos válidos	232				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 11,00.

### Tipo de enfermedad pulmonar en cada uno de los grupos estudiados

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
CODIFICACION NUMERICA ENFERMEDAD PULMONAR	Sibilantes recurrentes= Ama/HRB/Bronquitis/Aler gia/Traqueítis/Sd Lóbulo medio	Recuento	16	5	21
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	94,1%	100,0%	95,5%
	Rinitis= Rinitis/Adenoiditis	Recuento	1	0	1
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	5,9%	,0%	4,5%
Total		Recuento	17	5	22
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

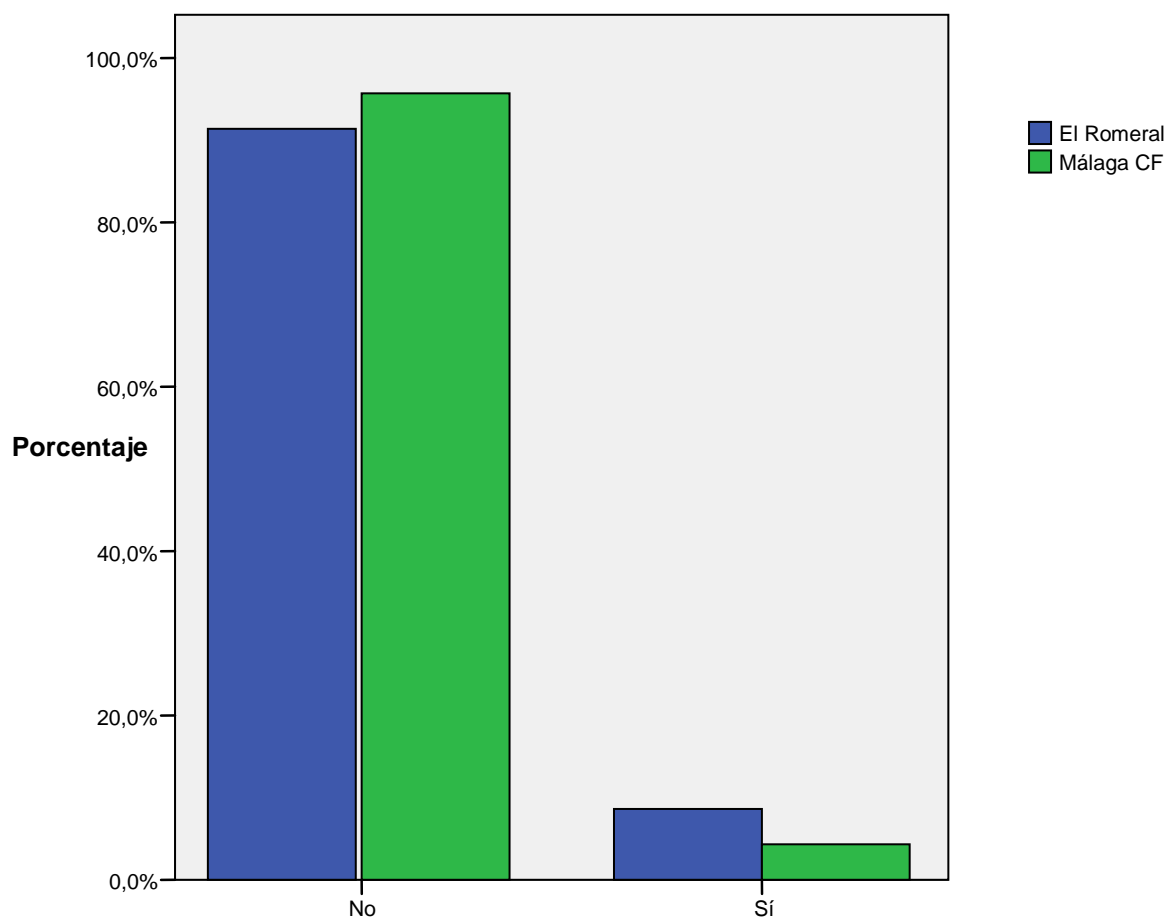
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,308(b)	1	,579		
Corrección por continuidad(a)	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitudes	,530	1	,467		
Estadístico exacto de Fisher				1,000	,773
Asociación lineal por lineal	,294	1	,588		
N de casos válidos	22				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b. 3 casillas (75,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,23.

**¿Toma medicación para patología respiratoria? Análisis según pertenencia al grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
¿Toma medicación?	No	Recuento	106	111	217
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	91,4%	95,7%	93,5%
	si	Recuento	10	5	15
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	8,6%	4,3%	6,5%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

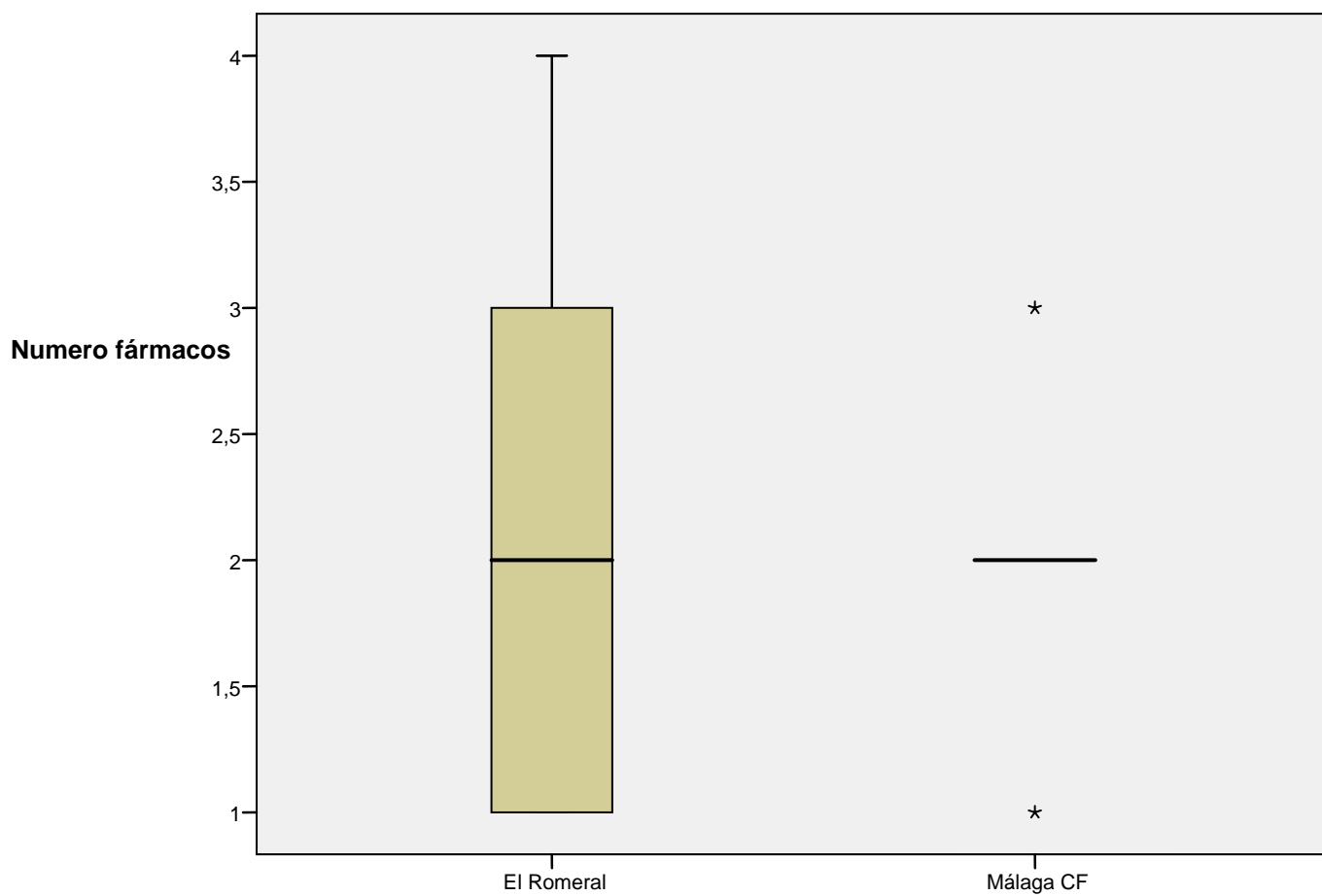
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,782(b)	1	,182		
Corrección por continuidad(a)	1,140	1	,286		
Razón de verosimilitudes	1,814	1	,178		
Estadístico exacto de Fisher				,285	,143
Asociación lineal por lineal	1,774	1	,183		
N de casos válidos	232				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 7,50.

## Número de fármacos que usa según pertenecía al grupo intervención o no

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)			Estadístico	Error típ.
Numero Medicamentos	El Romeral	Media		2,10	,379
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,24	
			Límite superior	2,96	
		Media recortada al 5%		2,06	
		Mediana		2,00	
		Varianza		1,433	
		Desv. típ.		1,197	
		Mínimo		1	
		Máximo		4	
		Rango		3	
		Amplitud intercuartil		2	
		Asimetría		253	,687
		Curtosis		-1,898	1,334
	Málaga CF	Media		2,00	,316
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,12	
			Límite superior	2,88	
		Media recortada al 5%		2,00	
		Mediana		2,00	
		Varianza		,500	
		Desv. típ.		,707	
		Mínimo		1	
		Máximo		3	
		Rango		2	
		Amplitud intercuartil		1	
		Asimetría		000	,913
		Curtosis		2,000	2,000



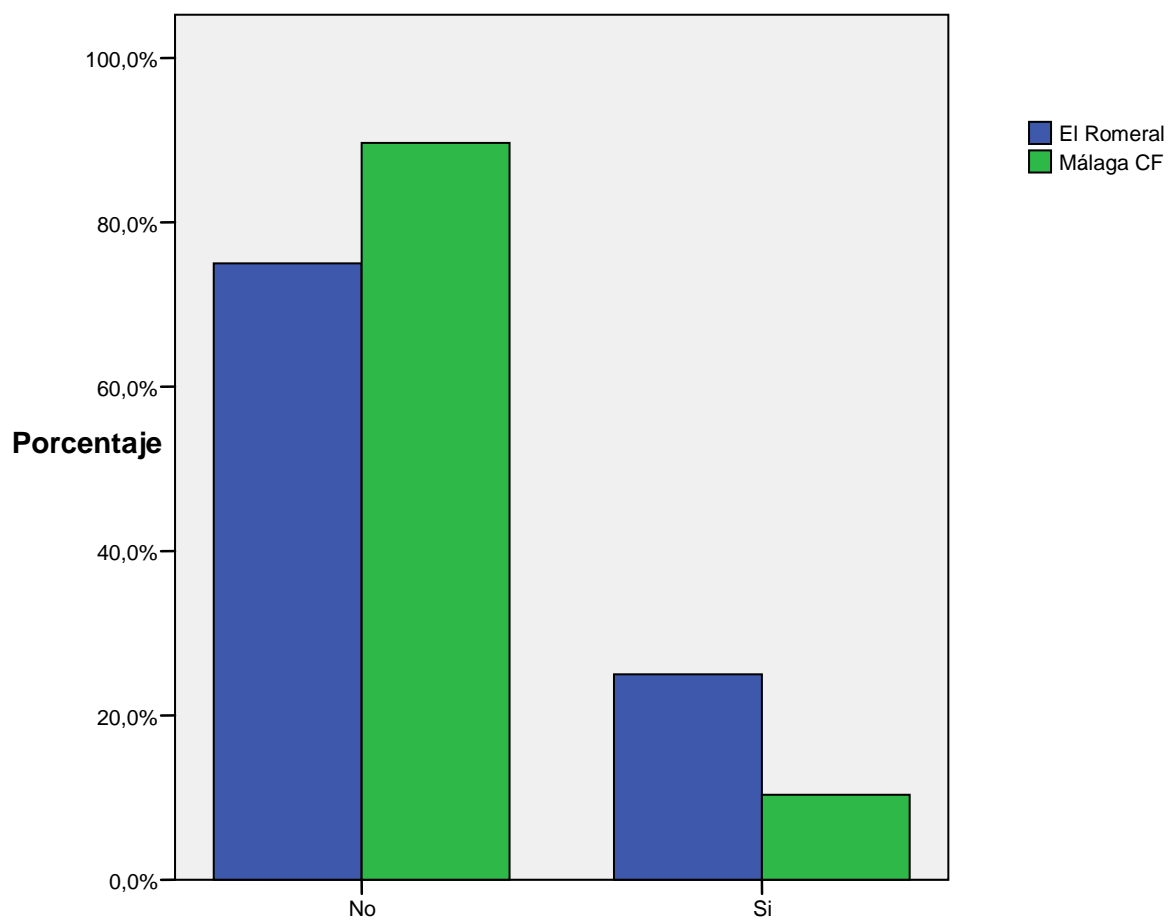
### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero fármacos	Se han asumido varianzas iguales	10,617	,006	,171	13	,867	,100	,586	-1,167	1,367
	No se han asumido varianzas iguales			,203	12,380	,843	,100	,493	-,971	1,171



**¿Ha sido intervenido quirúrgicamente?, análisis según pertenencia al grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
¿Está intervenido quirúrgicamente?	No	Recuento	87	104	191
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	75,0%	89,7%	82,3%
	Si	Recuento	29	12	41
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	25,0%	10,3%	17,7%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

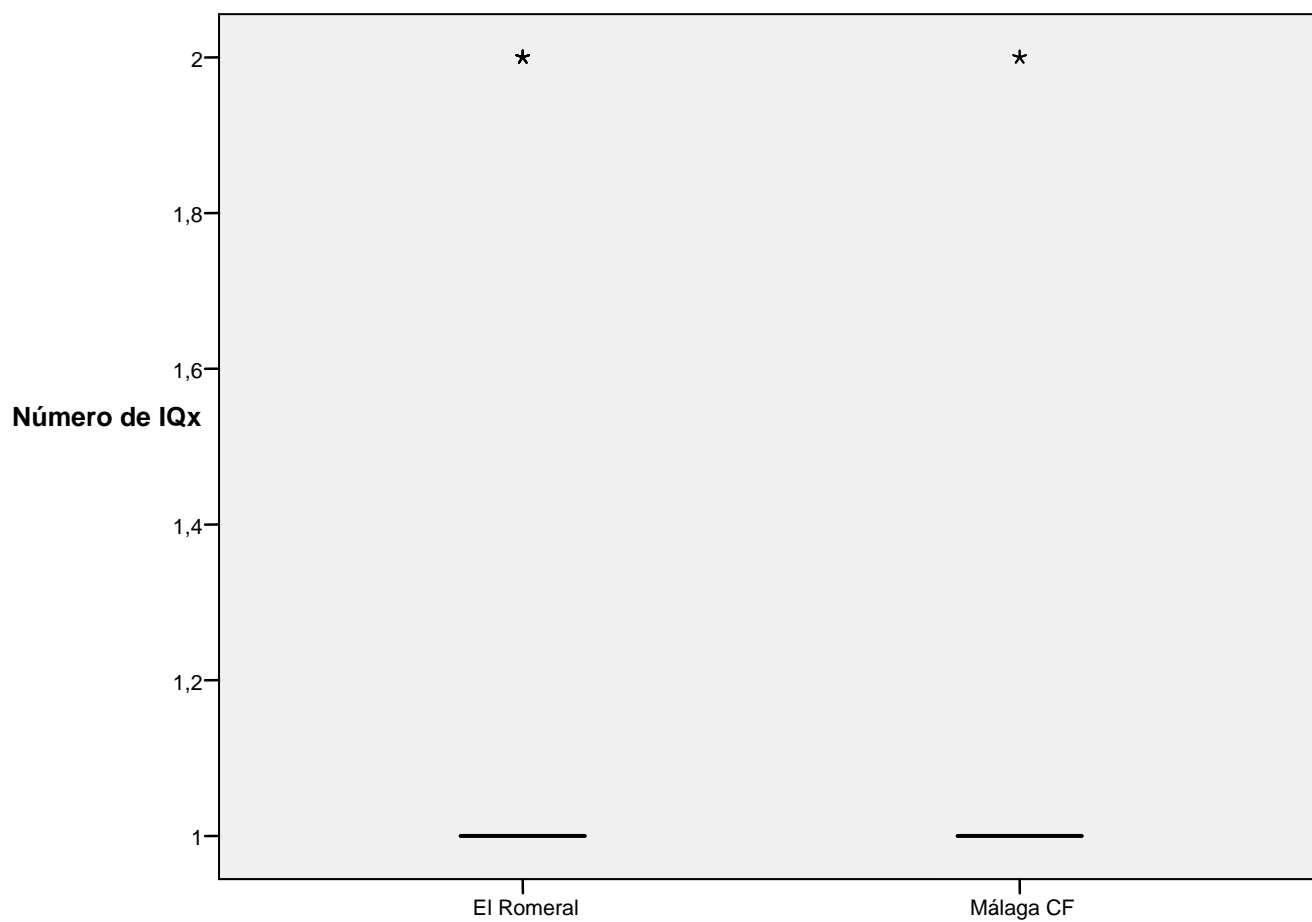
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,562(b)	1	,003		
Corrección por continuidad(a)	7,584	1	,006		
Razón de verosimilitudes	8,781	1	,003		
Estadístico exacto de Fisher				,005	,003
Asociación lineal por lineal	8,525	1	,004		
N de casos válidos	232				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 20,50.

**¿Cuántas intervenciones quirúrgicas tiene realizada?, análisis según pertenecía al grupo intervención o no**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
¿Cuántas IQx ha tenido?	El Romeral	Media	1,21	,077
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,05
			Límite superior	1,36
		Media recortada al 5%	1,17	
		Mediana	1,00	
		Varianza	,170	
		Desv. típ.	,412	
		Mínimo	1	
		Máximo	2	
		Rango	1	
		Amplitud intercuartil	0	
		Asimetría	1,527	,434
		Curtosis	,352	,845
	Málaga CF	Media	1,17	,112
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,92
			Límite superior	1,41
		Media recortada al 5%	1,13	
		Mediana	1,00	
		Varianza	,152	
		Desv. típ.	,389	
		Mínimo	1	
		Máximo	2	
		Rango	1	
		Amplitud intercuartil	0	
		Asimetría	2,055	,637
		Curtosis	2,640	1,232



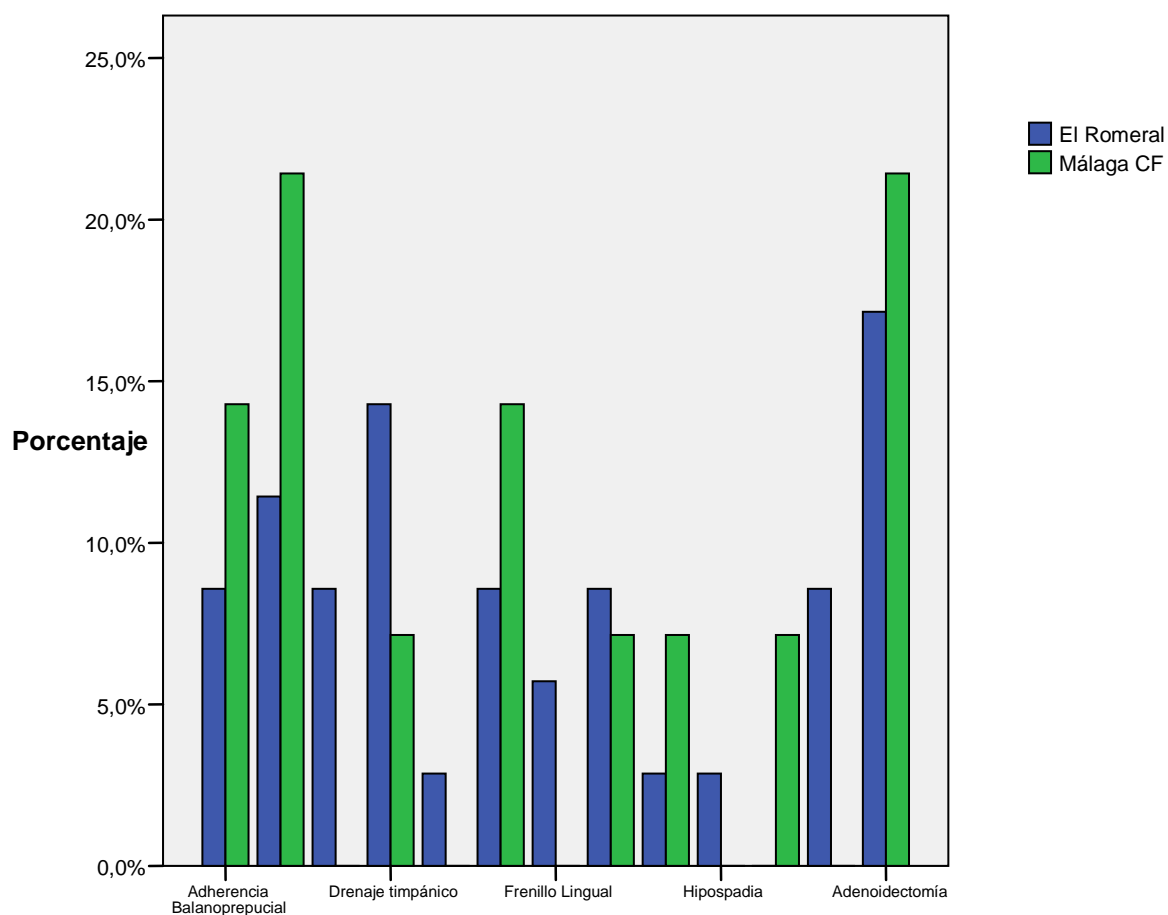
### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
¿Cuántas IQx ha tenido?	Se han asumido varianzas iguales	,354	,555	,289	39	,774	,040	,139	-,242	,322
	No se han asumido varianzas iguales			,296	21,741	,770	,040	,136	-,242	,322

**Clasificación de las intervenciones quirúrgicas según pertenencia al grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
Tipo de Intervención quirúrgica	Adherencia Balanoprepucial	Recuento	3	2	5
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	8,6%	14,3%	10,2%
	Amigdalectomía	Recuento	4	3	7
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	11,4%	21,4%	14,3%
	Apendicectomía	Recuento	3	0	3
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	8,6%	,0%	6,1%
	Drenaje timpánico	Recuento	5	1	6
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	14,3%	7,1%	12,2%
	Estrabismo	Recuento	1	0	1
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	2,9%	,0%	2,0%
	Fractura brazo	Recuento	3	2	5
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	8,6%	14,3%	10,2%
	Frenillo Lingual	Recuento	2	0	2
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	5,7%	,0%	4,1%
	Hernia Inguinal	Recuento	3	1	4
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	8,6%	7,1%	8,2%
	Hidrocele	Recuento	1	1	2
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	2,9%	7,1%	4,1%
	Hipospadia	Recuento	1	0	1
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	2,9%	,0%	2,0%
	Pie equinovaro	Recuento	0	1	1
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,0%	7,1%	2,0%
	Orquidopexia=Testículo en	Recuento	3	0	3

	ascensor	% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	8,6%	,0%	6,1%
	Adenoidectomía	Recuento	6	3	9
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	17,1%	21,4%	18,4%
Total	Recuento		35	14	49
	% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		100,0%	100,0%	100,0%



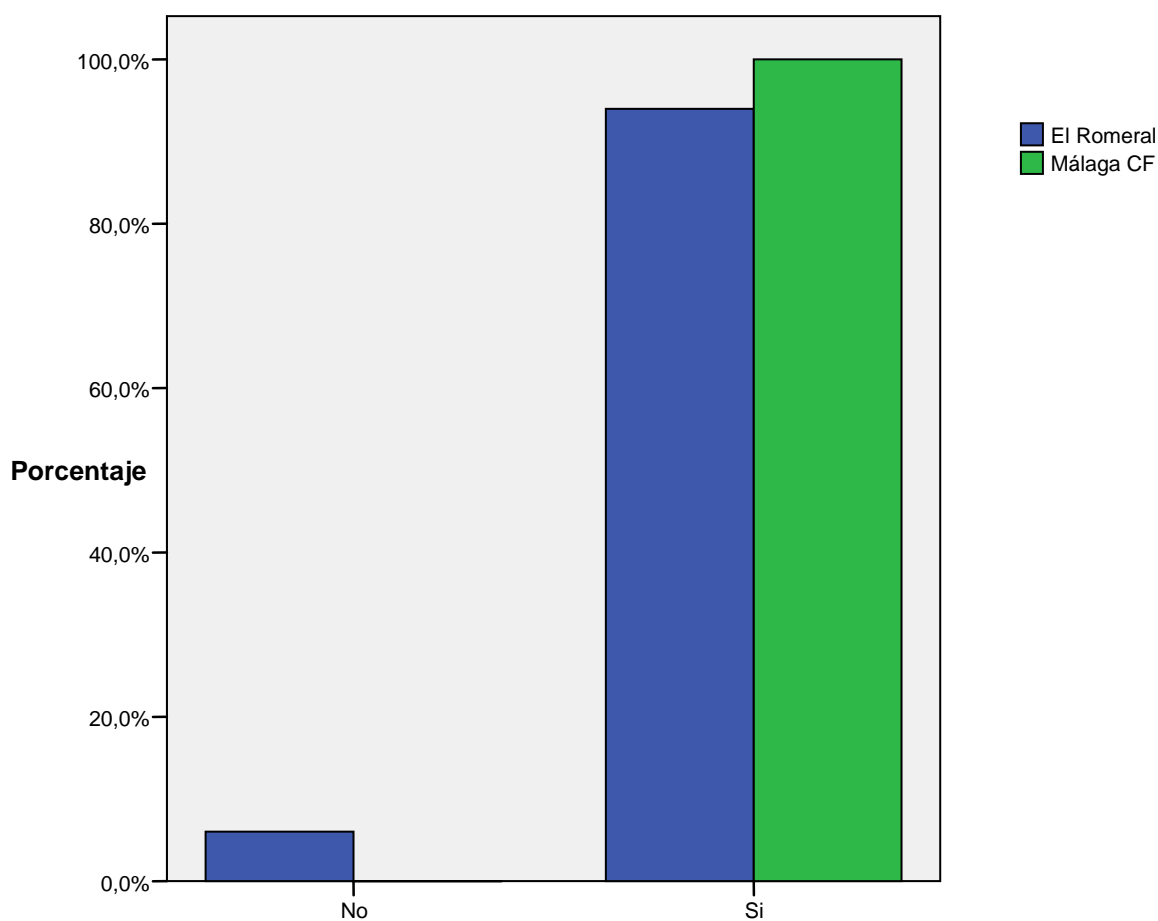
#### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,832(a)	12	,717
Razón de verosimilitudes	11,474	12	,489
Asociación lineal por lineal	,025	1	,874
N de casos válidos	49		

a. 24 casillas (92,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,29.

**¿Realiza actividad deportiva extraescolar? Análisis según pertenencia grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
¿Realiza deporte extraescolar?	No	Recuento	7	0	7
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	6,0%	,0%	3,0%
	Si	Recuento	109	116	225
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	94,0%	100,0%	97,0%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,218(b)	1	,007		
Corrección por continuidad(a)	5,303	1	,021		
Razón de verosimilitudes	9,922	1	,002		
Estadístico exacto de Fisher				,014	,007
Asociación lineal por lineal	7,187	1	,007		
N de casos válidos	232				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

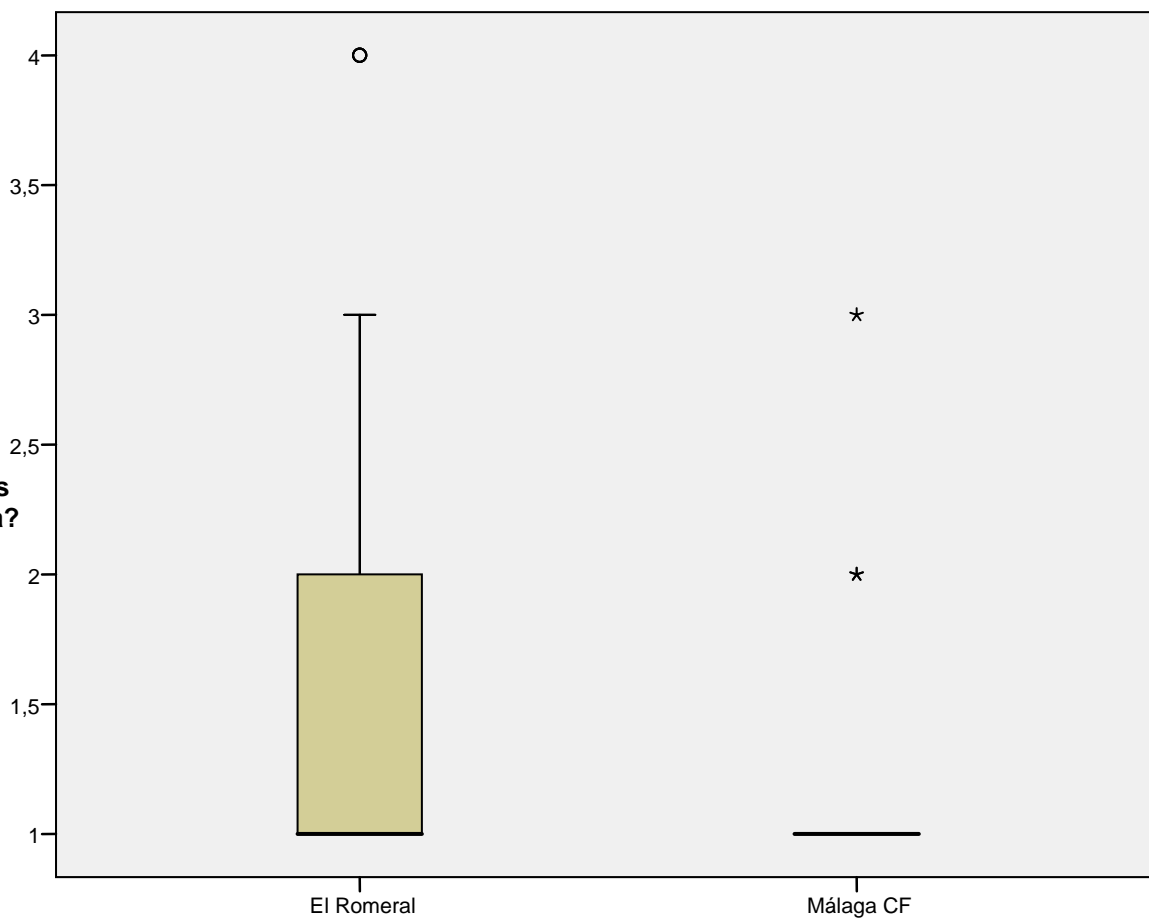
b. 2 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,50.



**Número de deportes diferentes que practica según pertenencia al grupo intervención o no**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
¿Cuántos deportes diferentes practica?	El Romeral	Media	1,40	,073
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,26
			Límite superior	1,55
		Media recortada al 5%	1,30	
		Mediana	1,00	
		Varianza	,576	
		Desv. típ.	,759	
		Mínimo	1	
		Máximo	4	
		Rango	3	
		Amplitud intercuartil	1	
		Asimetría	2,015	,231
		Curtosis	3,557	,459
	Málaga CF	Media	1,03	,021
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,99
			Límite superior	1,08
		Media recortada al 5%	1,00	
		Mediana	1,00	
		Varianza	,051	
		Desv. típ.	,226	
		Mínimo	1	
		Máximo	3	
		Rango	2	
		Amplitud intercuartil	0	
		Asimetría	7,218	,225
		Curtosis	55,670	,446

¿Cuántos deportes diferentes practica?



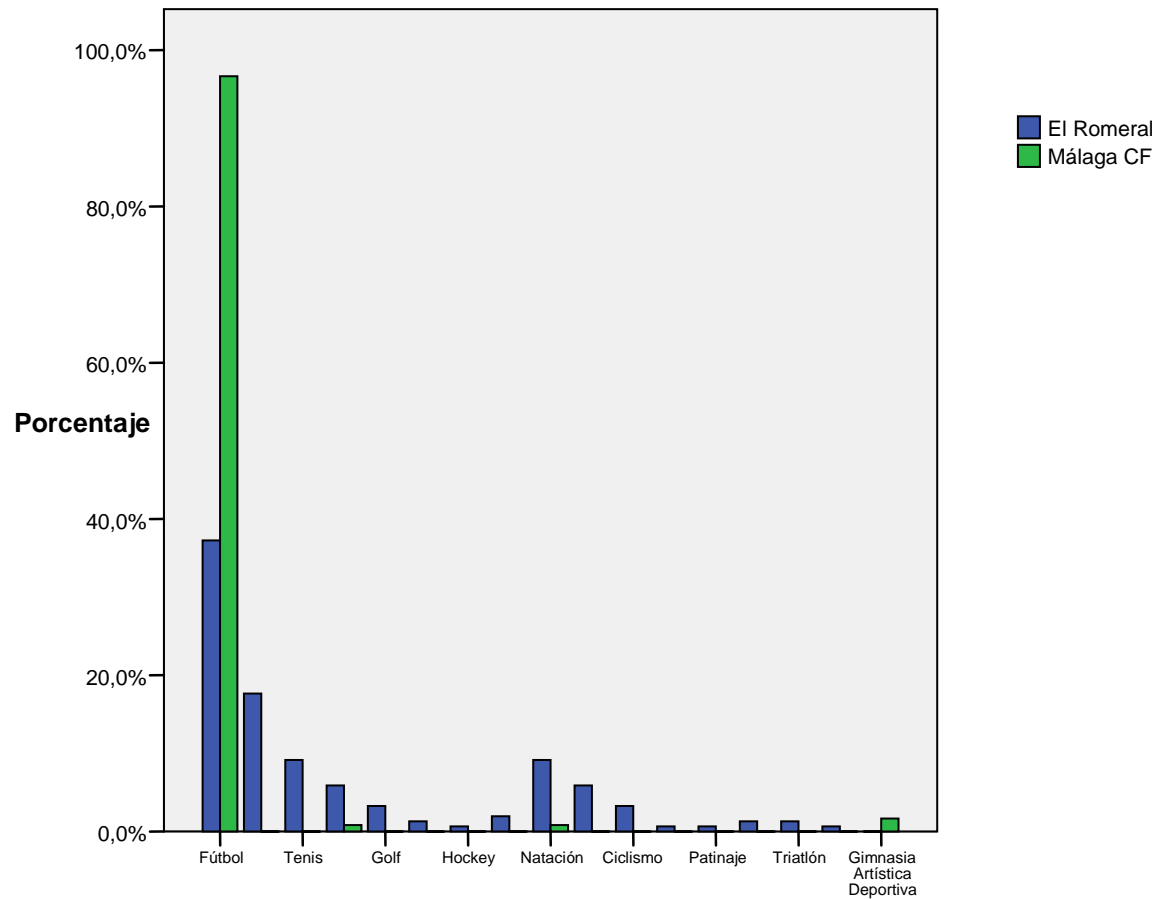
### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
¿Cuántos deportes diferentes practica?	Se han asumido varianzas iguales	111,112	,000	5,008	223	,000	,369	,074	,224	,514
	No se han asumido varianzas iguales			4,879	125,883	,000	,369	,076	,219	,519

**Comparación del tipo de deporte extraescolar que practica según el grupo al que pertenece**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
Tipo de Deporte Extraescolar que practica	Fútbol	Recuento	57	116	173
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	37,3%	96,7%	63,4%
	Baloncesto	Recuento	27	0	27
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	17,6%	,0%	9,9%
	Tenis	Recuento	14	0	14
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	9,2%	,0%	5,1%
	Artes marciales	Recuento	9	1	10
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	5,9%	,8%	3,7%
	Golf	Recuento	5	0	5
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	3,3%	,0%	1,8%
	Esquí	Recuento	2	0	2
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	1,3%	,0%	,7%
	Hockey	Recuento	1	0	1
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,7%	,0%	,4%
	Equitación	Recuento	3	0	3
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	2,0%	,0%	1,1%
	Natación	Recuento	14	1	15
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	9,2%	,8%	5,5%
	Pádel	Recuento	9	0	9
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	5,9%	,0%	3,3%
	Ciclismo	Recuento	5	0	5
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	3,3%	,0%	1,8%
	Muльтиdeporte	Recuento	1	0	1

		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,7%	,0%	,4%
	Patinaje	Recuento	1	0	1
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,7%	,0%	,4%
	Esgrima	Recuento	2	0	2
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	1,3%	,0%	,7%
	Triatlón	Recuento	2	0	2
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	1,3%	,0%	,7%
	Atletismo	Recuento	1	0	1
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,7%	,0%	,4%
	Gimnasia Artística Deportiva	Recuento	0	2	2
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,0%	1,7%	,7%
Total	Recuento		153	120	273
	% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		100,0%	100,0%	100,0%



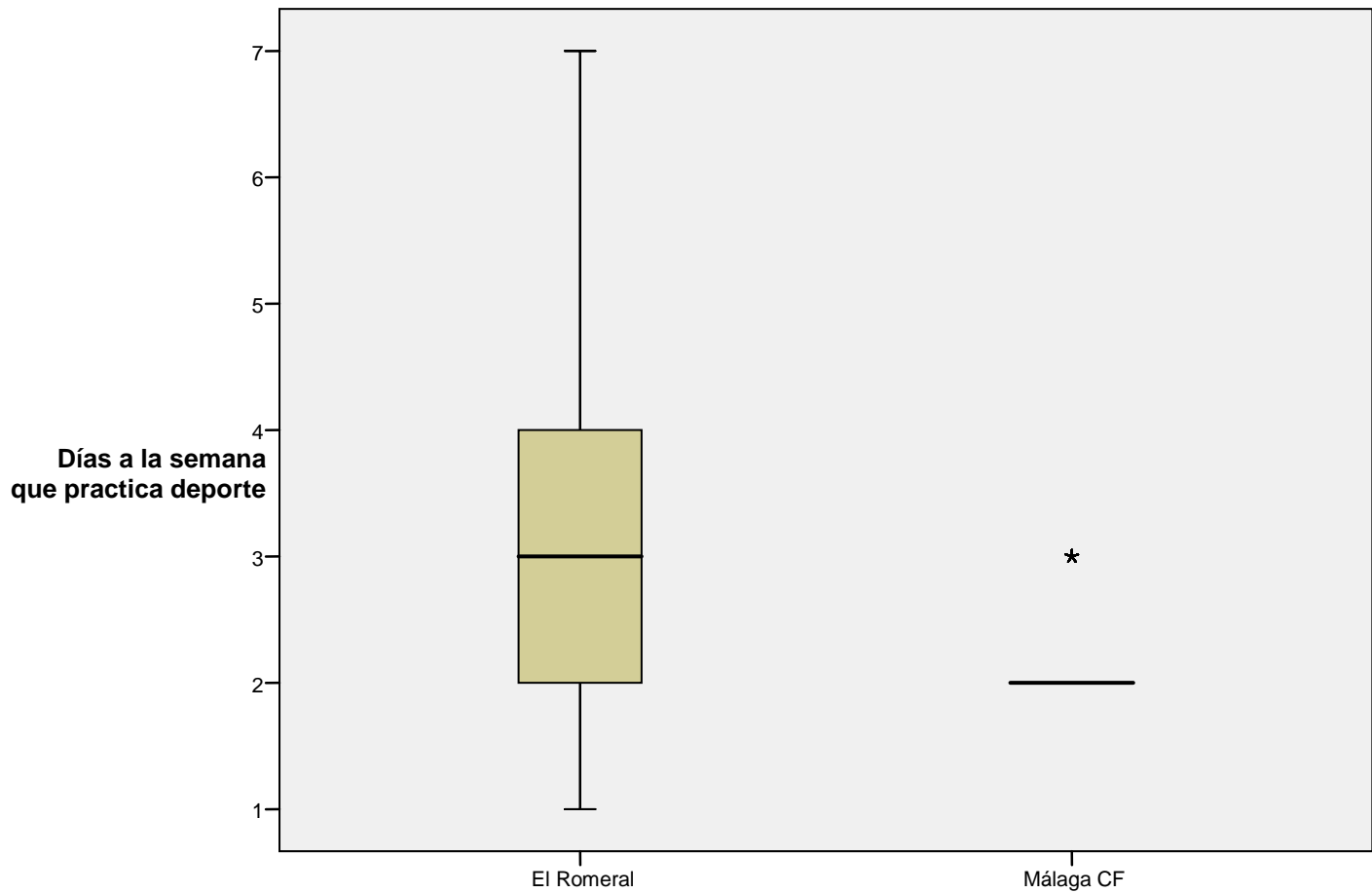
#### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	110,412(a)	16	,000
Razón de verosimilitudes	141,312	16	,000
Asociación lineal por lineal	31,350	1	,000
N de casos válidos	273		

a. 24 casillas (70,6%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,44.

**Análisis del número de días que practica deporte, a la semana, según grupo al que se encuentra asignado**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
¿Cuántos días a la semana lo practica?	El Romeral	Media	2,97	,136
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,70
			Límite superior	3,24
		Media recortada al 5%	2,88	
		Mediana	3,00	
		Varianza	2,027	
		Desv. típ.	1,424	
		Mínimo	1	
		Máximo	7	
		Rango	6	
		Amplitud intercuartil	2	
		Asimetría	,912	,231
		Curtosis	,423	,459
	Málaga CF	Media	2,22	,038
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,14
			Límite superior	2,29
		Media recortada al 5%	2,18	
		Mediana	2,00	
		Varianza	,171	
		Desv. típ.	,413	
		Mínimo	2	
		Máximo	3	
		Rango	1	
		Amplitud intercuartil	0	
		Asimetría	1,402	,225
		Curtosis	-,036	,446



### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
¿Cuántos días a la semana lo practica?	Se han asumido varianzas iguales	68,928	,000	5,487	223	,000	,757	,138	,485	1,029
	No se han asumido varianzas iguales			5,344	125,017	,000	,757	,142	,477	1,037

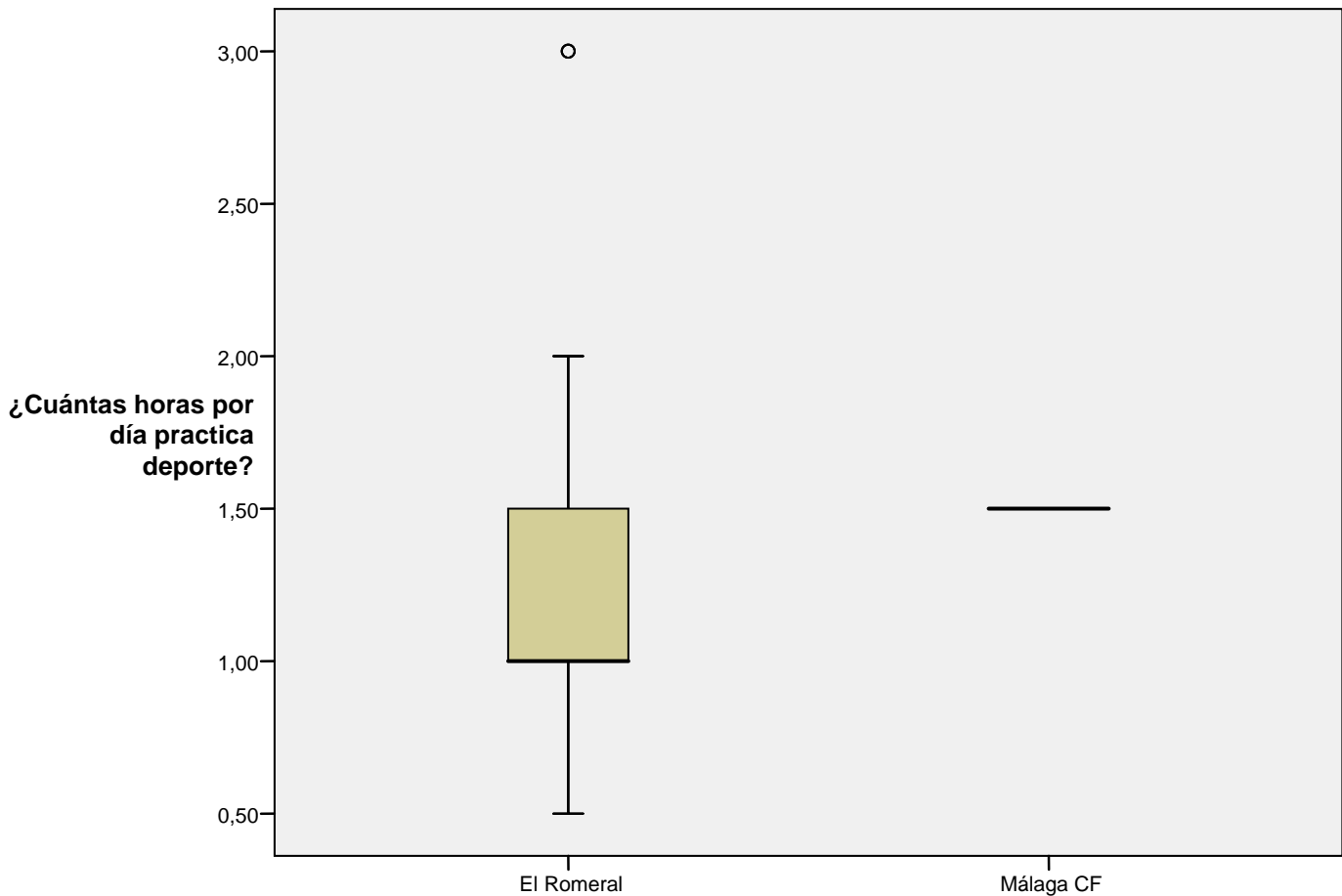
## Comparación del número de horas, que practica deporte extraescolar, por día

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
¿Cuántas horas por día?	El Romeral	Media	1,2890	,04656
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,1967
			Límite superior	1,3813
		Media recortada al 5%	1,2540	
		Mediana	1,0000	
		Varianza	,236	
		Desv. típ.	,48612	
		Mínimo	,50	
		Máximo	3,00	
		Rango	2,50	
		Amplitud intercuartil	,50	
		Asimetría	1,477	,231
		Curtosis	2,423	,459

a ¿Cuántas horas por día? es una constante cuando Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF) = Málaga CF y se ha desestimado.

En el grupo intervención (Málaga CF), presenta una media de 1,5 horas por día, constante en todos los niños del grupo.



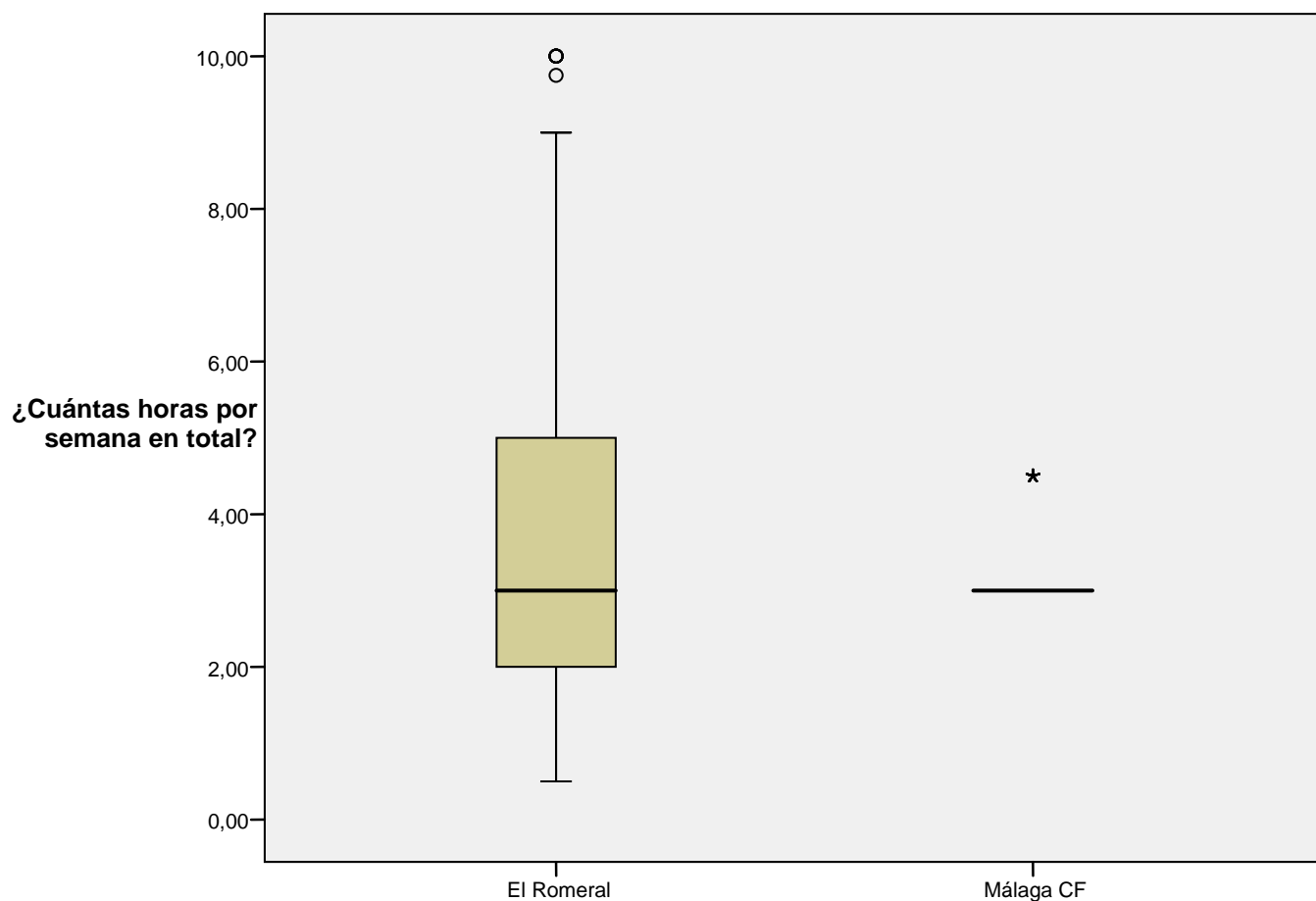


### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
¿Cuántas horas por día?	Se han asumido varianzas iguales	221,764	,000	-4,676	223	,000	-,21101	,04513	-,29994	-,12208
	No se han asumido varianzas iguales			-4,532	108,000	,000	-,21101	,04656	-,30330	-,11872

**Comparación del número de horas que practican deporte extraescolar, por semana, según el grupo al que pertenecen**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
¿Cuántas horas por semana en total?	El Romeral	Media	3,9083	,23646
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,4396
			Límite superior	4,3770
		Media recortada al 5%	3,7353	
		Mediana	3,0000	
		Varianza	6,095	
		Desv. típ.	2,46871	
		Mínimo	,50	
		Máximo	10,00	
		Rango	9,50	
		Amplitud intercuartil	3,50	
		Asimetría	1,075	,231
		Curtosis	,326	,459
	Málaga CF	Media	3,3233	,05751
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,2094
			Límite superior	3,4372
		Media recortada al 5%	3,2759	
		Mediana	3,0000	
		Varianza	,384	
		Desv. típ.	,61945	
		Mínimo	3,00	
		Máximo	4,50	
		Rango	1,50	
		Amplitud intercuartil	,00	
		Asimetría	1,402	,225
		Curtosis	-,036	,446

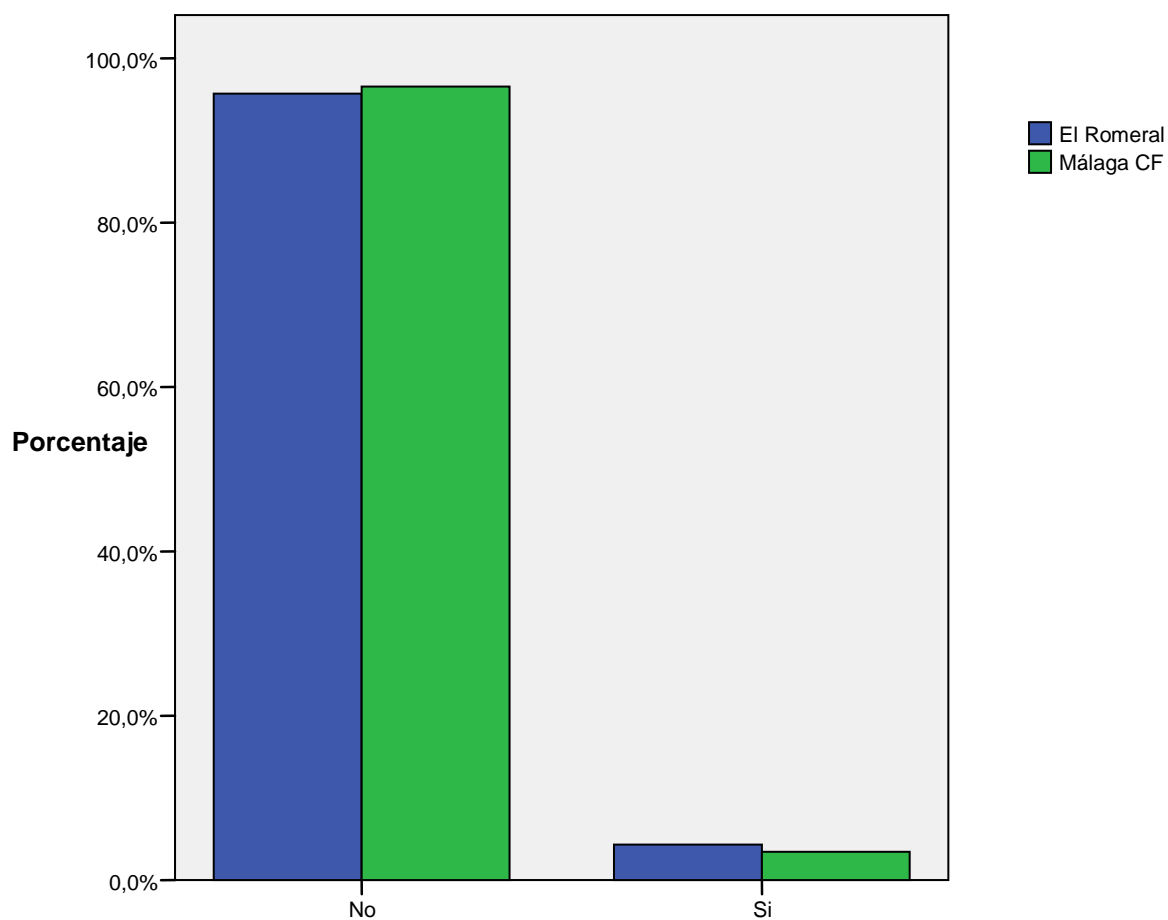


### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
¿Cuántas horas por semana en total?	Se han asumido varianzas iguales	118,511	,000	2,471	223	,014	,58498	,23674	,11845	1,05151
	No se han asumido varianzas iguales			2,404	120,760	,018	,58498	,24335	,10319	1,06677

**¿Presenta Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo <80%? Análisis según pertenencia al grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
FEV1 < 80%	No	Recuento	111	112	223
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	95,7%	96,6%	96,1%
	Si	Recuento	5	4	9
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	4,3%	3,4%	3,9%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

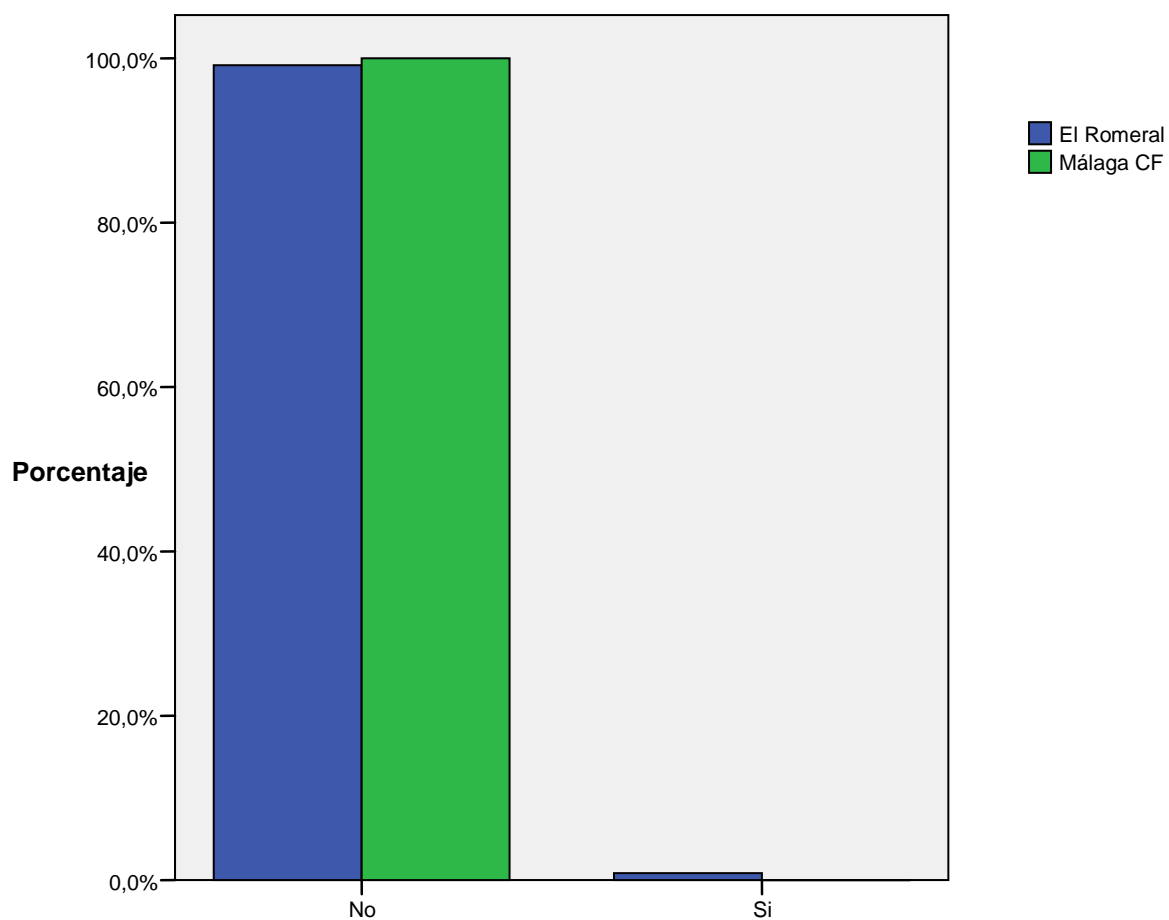
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,116(b)	1	,734		
Corrección por continuidad(a)	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitudes	,116	1	,734		
Estadístico exacto de Fisher				1,000	,500
Asociación lineal por lineal	,115	1	,734		
N de casos válidos	232				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b. 2 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,50.

**¿Presenta Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo <70%? Análisis según pertenencia al grupo intervención o no**

			Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Total
			El Romeral	Málaga CF	
FEV1 < 70%	No	Recuento	115	116	231
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	99,1%	100,0%	99,6%
	Si	Recuento	1	0	1
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,9%	,0%	,4%
Total		Recuento	116	116	232
		% de Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	100,0%	100,0%	100,0%



### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,004(b)	1	,316		
Corrección por continuidad(a)	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitudes	1,391	1	,238		
Estadístico exacto de Fisher				1,000	,500
Asociación lineal por lineal	1,000	1	,317		
N de casos válidos	232				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b. 2 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,50.

## **B2.- Bivariante del FEV<sub>1</sub> Absoluto en relación con otras variables**

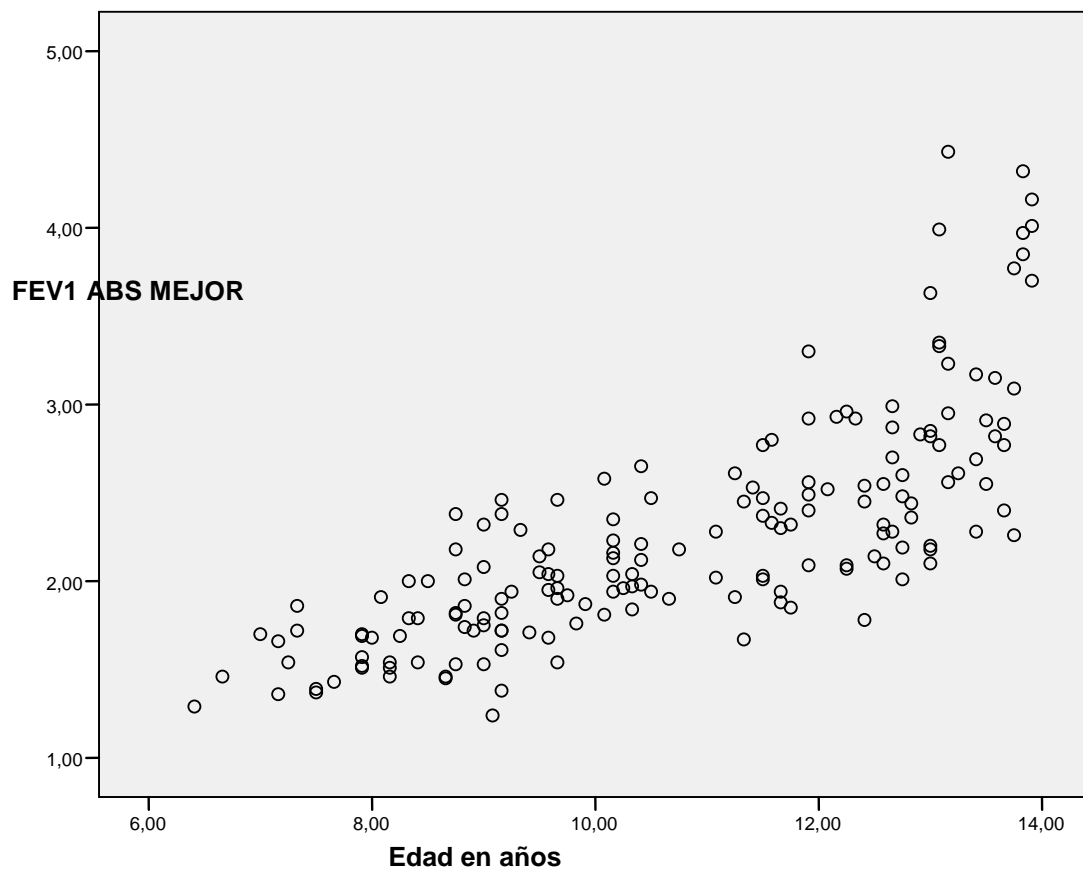
**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con la Edad del niño en el momento de la prueba**

	Media	Desviación típica	N
FEV1 ABS MEJOR	2,2535	,58225	232
Años en números con decimales	10,7940	1,84207	232

### **Correlaciones**

		FEV1 ABS MEJOR	Edad en años
FEV1 ABS MEJOR	Correlación de Pearson	1	,761(**)
	Sig. (bilateral)		,000
	N	232	232
Edad en años	Correlación de Pearson	,761(**)	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	232	232

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).





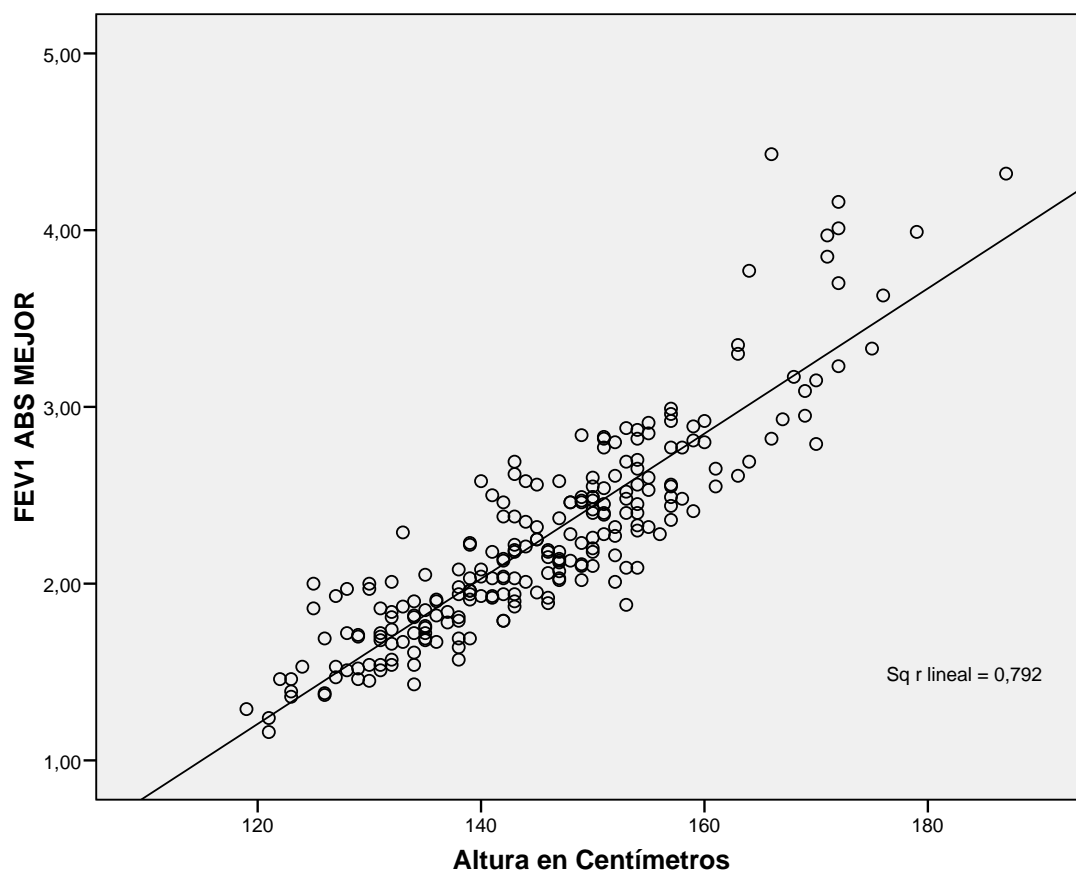
**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con la altura del niño, en centímetros, en el momento de la prueba**

	Media	Desviación típica	N
FEV1 ABS MEJOR	2,2535	,58225	232
Altura en Centímetros	145,50	12,618	232

**Correlaciones**

		FEV1 ABS MEJOR	Altura en Centímetros
FEV1 ABS MEJOR	Correlación de Pearson	1	,890(**)
	Sig. (bilateral)		,000
	N	232	232
Altura en Centímetros	Correlación de Pearson	,890(**)	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	232	232

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).



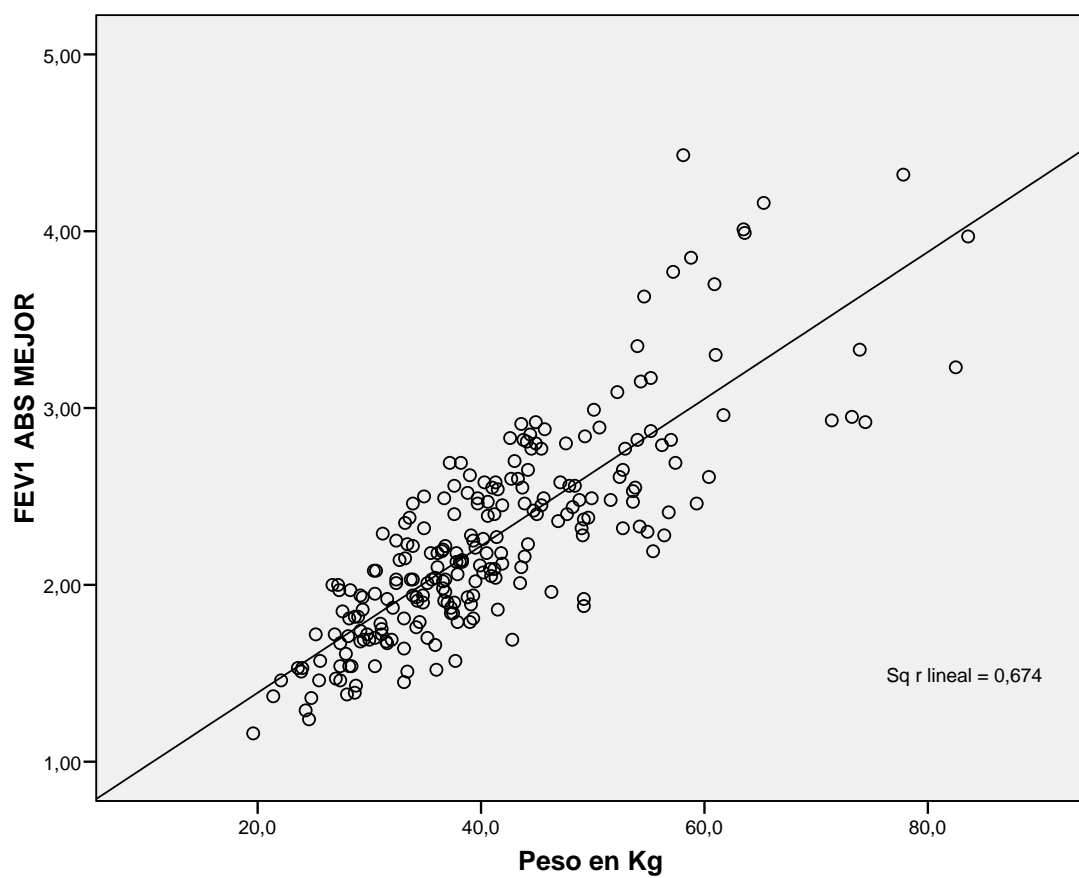
**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con el peso del niño, en kilogramos, en el momento de la prueba**

	Media	Desviación típica	N
FEV1 ABS MEJOR	2,2535	,58225	232
Peso en Kg	40,789	11,5032	232

**Correlaciones**

		FEV1 ABS MEJOR	Peso en Kg
FEV1 ABS MEJOR	Correlación de Pearson	1	,821(**)
	Sig. (bilateral)		,000
	N	232	232
Peso en Kg	Correlación de Pearson	,821(**)	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	232	232

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).



**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con el grado del índice de masa corporal, según CDC, del niño en el momento de la prueba**

FEV1 ABS MEJOR

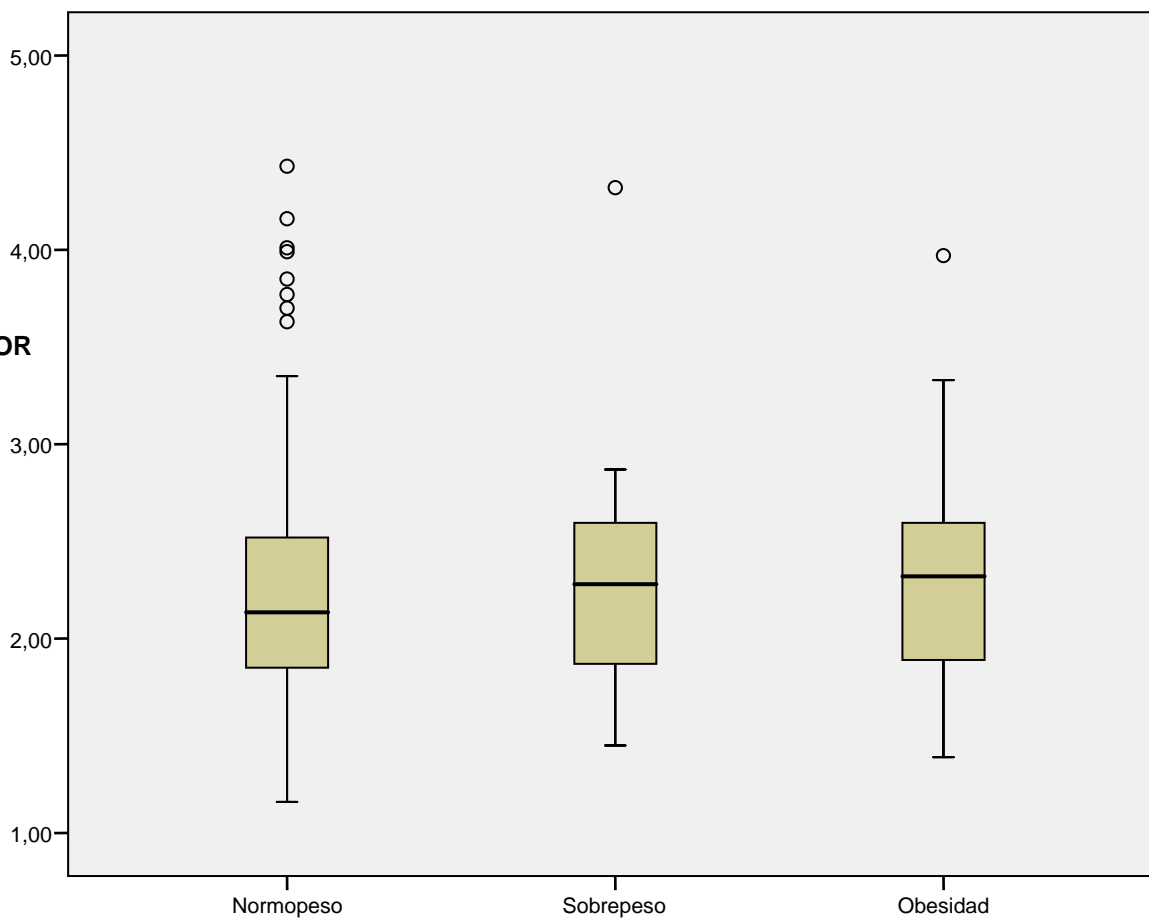
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Normopeso	174	2,2305	,57603	,04367	2,1443	2,3167	1,16	4,43
Sobrepeso	19	2,3126	,65278	,14976	1,9980	2,6273	1,45	4,32
Obesidad	39	2,3274	,58190	,09318	2,1388	2,5161	1,39	3,97
Total	232	2,2535	,58225	,03823	2,1782	2,3288	1,16	4,43

**ANOVA**

FEV1 ABS MEJOR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,372	2	,186	,546	,580
Intra-grupos	77,941	229	,340		
Total	78,313	231			

FEV1 ABS MEJOR



### Comparaciones múltiples

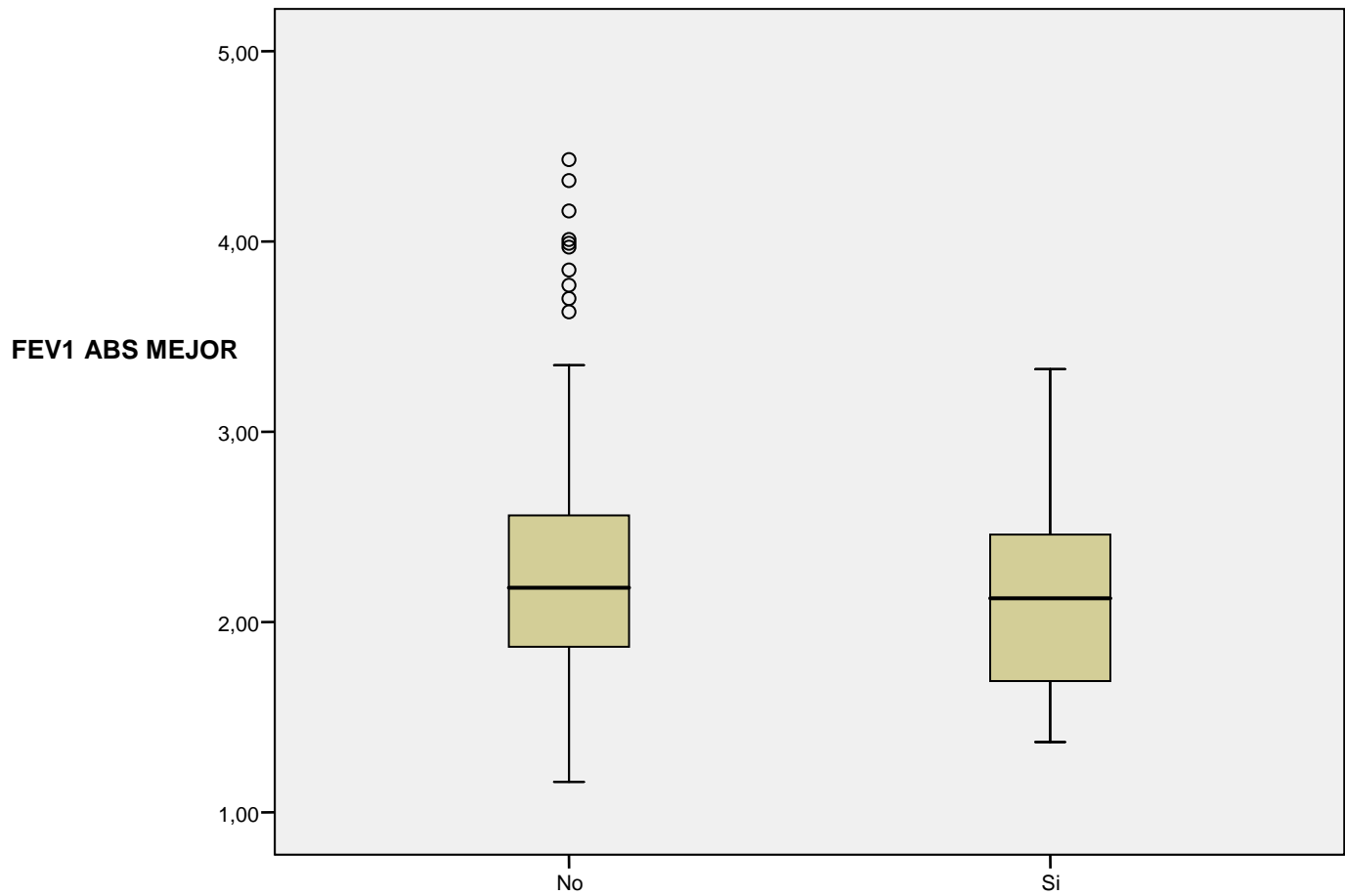
Variable dependiente: FEV1 ABS MEJOR

HSD de Tukey

(I) Clasificación IMC según CDC	(J) Clasificación IMC según CDC	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite superior	Límite inferior
Normopeso	Sobrepeso	-,08217	,14096	,829	-,4147	,2504
	Obesidad	-,09698	,10336	,617	-,3408	,1469
Sobrepeso	Normopeso	,08217	,14096	,829	-,2504	,4147
	Obesidad	-,01480	,16322	,995	-,3998	,3702
Obesidad	Normopeso	,09698	,10336	,617	-,1469	,3408
	Sobrepeso	,01480	,16322	,995	-,3702	,3998

**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con padecimiento o no de enfermedad pulmonar del niño en el momento de la prueba**

	¿Padece enfermedad pulmonar?		Estadístico	Error típ.
FEV1 ABS MEJOR	No	Media	2,2638	,04040
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,1842
			Límite superior	2,3435
		Media recortada al 5%	2,2194	
		Mediana	2,1800	
		Varianza	,343	
		Desv. típ.	,58545	
		Mínimo	1,16	
		Máximo	4,43	
		Rango	3,27	
		Amplitud intercuartil	,69	
		Asimetría	1,134	,168
		Curtosis	1,930	,334
	Si	Media	2,1550	,11808
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,9094
			Límite superior	2,4006
		Media recortada al 5%	2,1334	
		Mediana	2,1250	
		Varianza	,307	
		Desv. típ.	,55385	
		Mínimo	1,37	
		Máximo	3,33	
		Rango	1,96	
		Amplitud intercuartil	,80	
		Asimetría	,521	,491
		Curtosis	-,090	,953



**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
FEV1 ABS MEJOR	Se han asumido varianzas iguales	,000	,983	,833	230	,405	,10881	,13056	-,14844	,36606
	No se han asumido varianzas iguales			,872	26,168	,391	,10881	,12480	-,14764	,36526

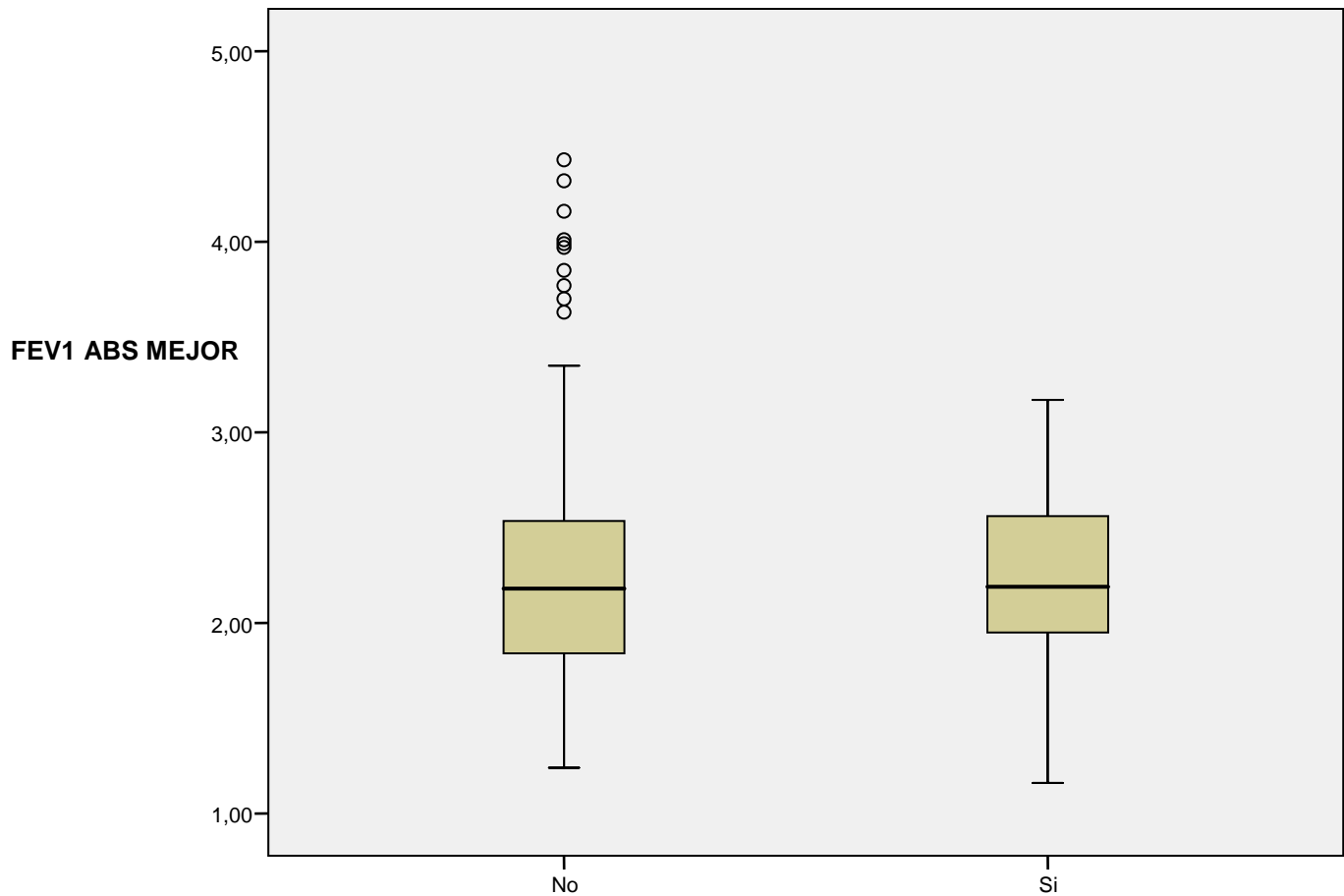
**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con el tipo de enfermedad pulmonar del niño en el momento de la prueba**

No se pueden comparar porque de los 22 niños que padecen alguna enfermedad pulmonar, tan sólo hay uno que no está clasificado como hiperreactividad bronquial / asma / bronquitis / traqueítis /alergia.

**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con el antecedente de haber sido o no intervenido quirúrgicamente**

	¿Está intervenido quirúrgicamente?		Estadístico	Error típ.
FEV1 ABS MEJOR	No	Media	2,2590	,04411
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,1720
			Límite superior	2,3460
		Media recortada al 5%	2,2112	
		Mediana	2,1800	
		Varianza	,372	
		Desv. típ.	,60958	
		Mínimo	1,24	
		Máximo	4,43	
		Rango	3,19	
		Amplitud intercuartil	,70	
		Asimetría	1,146	,176
		Curtosis	1,692	,350
	Si	Media	2,2278	,06842
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,0895
			Límite superior	2,3661
		Media recortada al 5%	2,2320	
		Mediana	2,1900	
		Varianza	,192	
		Desv. típ.	,43812	
		Mínimo	1,16	
		Máximo	3,17	
		Rango	2,01	
		Amplitud intercuartil	,65	
		Asimetría	,086	,369
		Curtosis	-,278	,724





Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
FEV1 ABS MEJOR	Se han asumido varianzas iguales	2,683	,103	,311	230	,756	,03120	,10041	-,16665	,22905
	No se han asumido varianzas iguales			,383	77,341	,703	,03120	,08141	-,13089	,19329

## Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con el tipo de intervención quirúrgica del niño

FEV1 ABS MEJOR

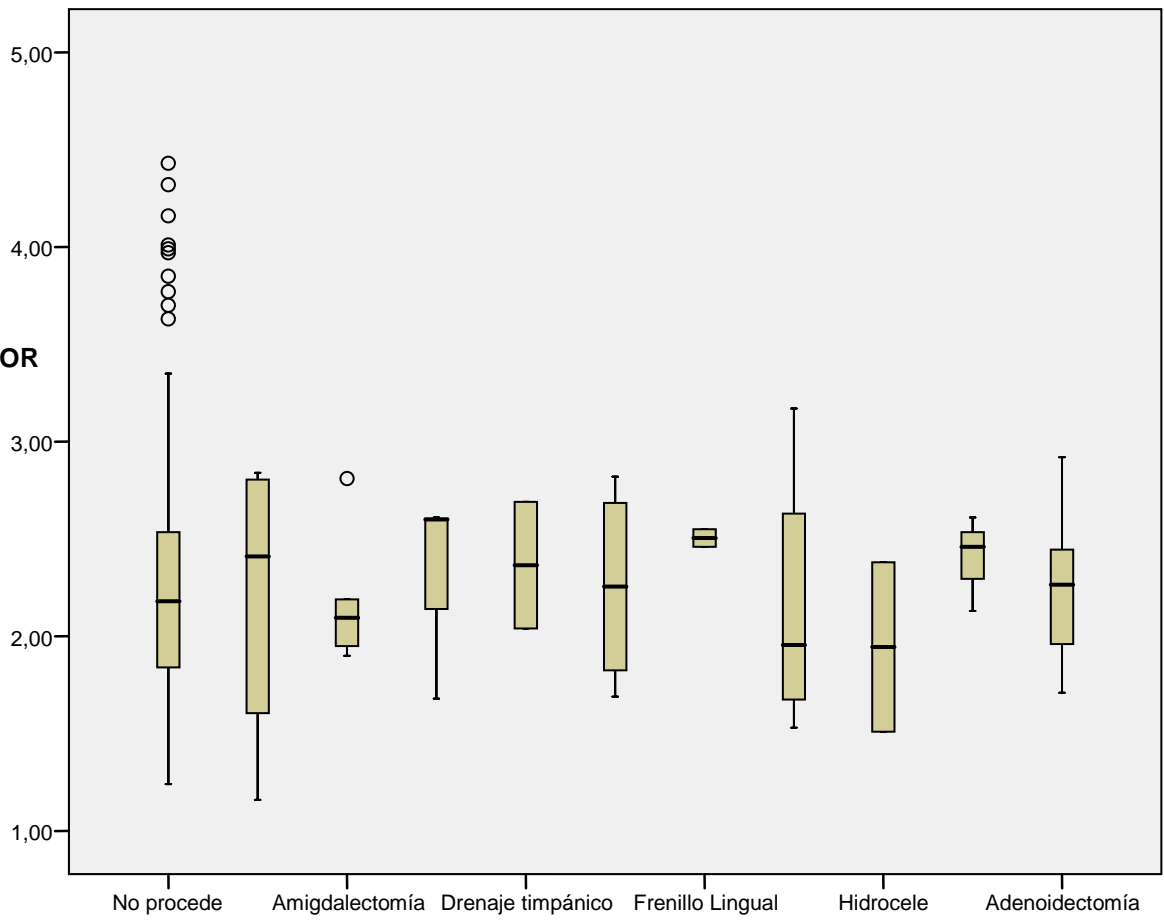
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
No procede	191	2,2590	,60958	,04411	2,1720	2,3460	1,24	4,43
Adherencia Balanoprepucial	4	2,2050	,78284	,39142	,9593	3,4507	1,16	2,84
Amigdalectomía	6	2,1733	,33194	,13552	1,8250	2,5217	1,90	2,81
Apendicectomía	3	2,2967	,53407	,30835	,9700	3,6234	1,68	2,61
Drenaje timpánico	2	2,3650	,45962	,32500	-1,7645	6,4945	2,04	2,69
Fractura brazo	4	2,2550	,52042	,26021	1,4269	3,0831	1,69	2,82
Frenillo Lingual	2	2,5050	,06364	,04500	1,9332	3,0768	2,46	2,55
Hernia Inguinal	4	2,1525	,71584	,35792	1,0134	3,2916	1,53	3,17
Hidrocele	2	1,9450	,61518	,43500	-3,5822	7,4722	1,51	2,38
Orquidopexia=Testículo en ascensor	3	2,4000	,24556	,14177	1,7900	3,0100	2,13	2,61
Adenoidectomía	8	2,2463	,38116	,13476	1,9276	2,5649	1,71	2,92
Total	229	2,2561	,58545	,03869	2,1799	2,3323	1,16	4,43

## ANOVA

FEV1 ABS MEJOR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,505	10	,051	,142	,999
Intra-grupos	77,644	218	,356		
Total	78,149	228			

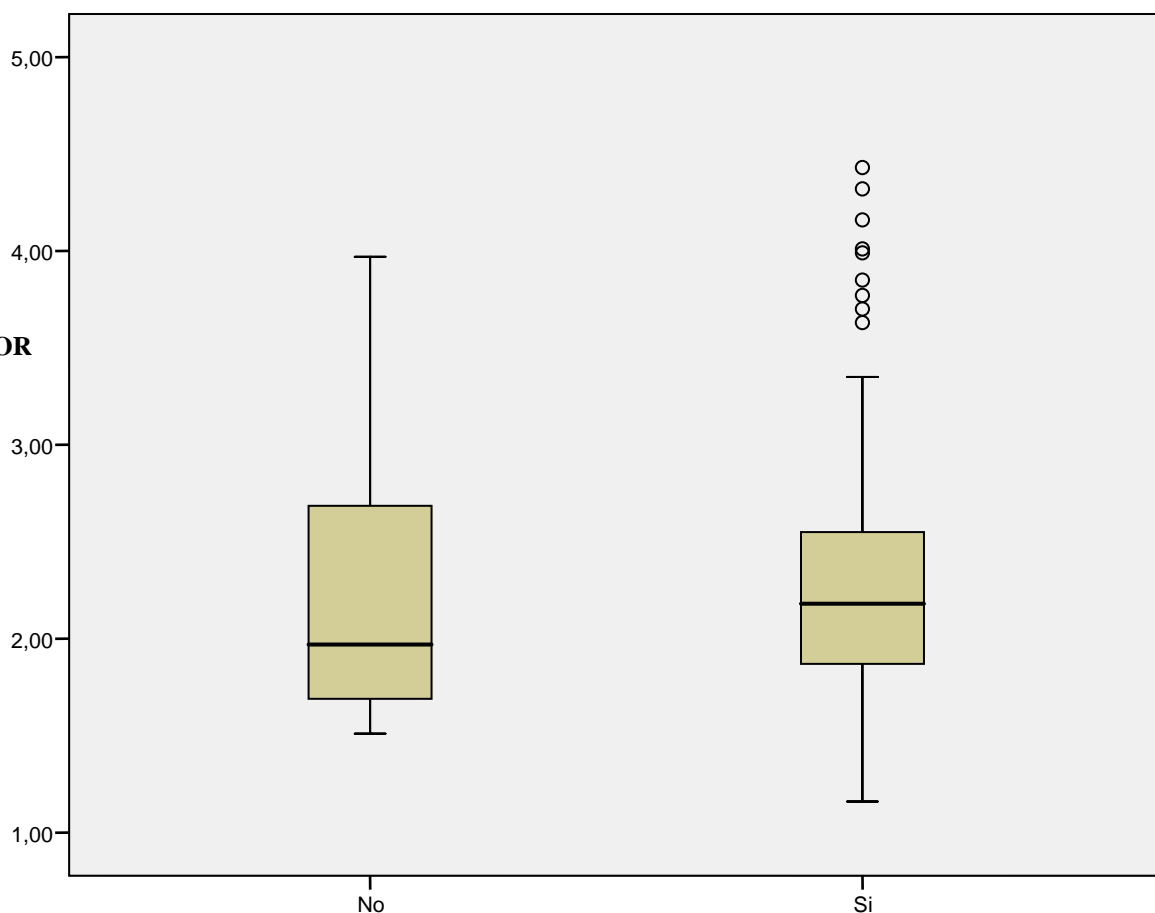
**FEV1 ABS MEJOR**



**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con la realización o no de actividad deportiva extraescolar del niño en el momento de la prueba**

	¿Realiza deporte extraescolar?		Estadístico	Error típ.
FEV1 ABS MEJOR	No	Media	2,3143	,33313
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,4991
			Límite superior	3,1294
		Media recortada al 5%	2,2670	
		Mediana	1,9700	
		Varianza	,777	
		Desv. típ.	,88138	
		Mínimo	1,51	
		Máximo	3,97	
		Rango	2,46	
		Amplitud intercuartil	1,31	
		Asimetría	1,204	,794
		Curtosis	1,144	1,587
	Si	Media	2,2516	,03822
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,1763
			Límite superior	2,3269
		Media recortada al 5%	2,2118	
		Mediana	2,1800	
		Varianza	,329	
		Desv. típ.	,57331	
		Mínimo	1,16	
		Máximo	4,43	
		Rango	3,27	
		Amplitud intercuartil	,69	
		Asimetría	1,079	,162
		Curtosis	1,896	,323

FEV1 ABS MEJOR



Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
FEV <sub>1</sub> ABS MEJOR	Se han asumido varianzas iguales	2,997	,085	,280	230	,780	,06269	,22392	-,37850	,50387
	No se han asumido varianzas iguales			,187	6,159	,858	,06269	,33532	-,75269	,87807

**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con el tipo de actividad deportiva extraescolar que realiza el niño**

FEV1 ABS MEJOR

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
No	7	2,3143	,88138	,33313	1,4991	3,1294	1,51	3,97
Fútbol	170	2,2126	,54238	,04160	2,1305	2,2948	1,16	4,43
Baloncesto	24	2,6208	,73090	,14919	2,3122	2,9295	1,38	4,16
Tenis	11	2,0009	,52246	,15753	1,6499	2,3519	1,29	2,89
Artes marciales	4	1,8825	,28465	,14232	1,4296	2,3354	1,53	2,18
Golf	2	2,5000	,07071	,05000	1,8647	3,1353	2,45	2,55
Natación	7	2,1957	,45284	,17116	1,7769	2,6145	1,54	2,80
Pádel	2	2,6100	,76368	,54000	-4,2514	9,4714	2,07	3,15
Total	227	2,2484	,58237	,03865	2,1722	2,3245	1,16	4,43

**ANOVA**

FEV1 ABS MEJOR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5,193	7	,742	2,274	,030
Intra-grupos	71,454	219	,326		
Total	76,648	226			

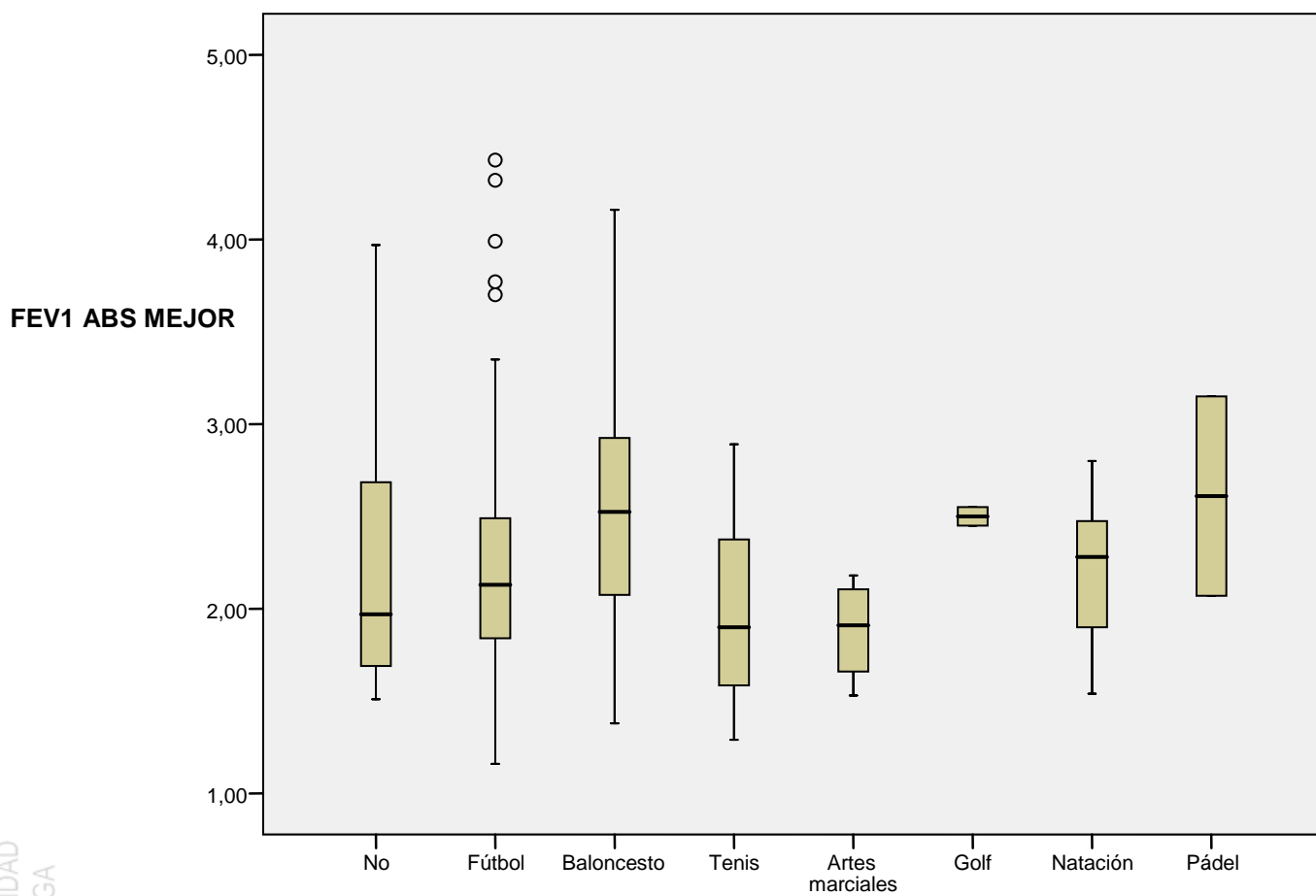
### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: FEV1 ABS MEJOR  
HSD de Tukey

(I) Deportes que practican más de un niño	(J) Deportes que practican más de un niño	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite superior	Límite inferior
No	Fútbol	,10164	,22030	1,000	-,5726	,7758
	Baloncesto	-,30655	,24537	,916	-1,0575	,4444
	Tenis	,31338	,27617	,948	-,5318	1,1586
	Artes marciales	,43179	,35802	,929	-,6639	1,5275
	Golf	-,18571	,45798	1,000	-1,5874	1,2159
	Natación	,11857	,30532	1,000	-,8159	1,0530
	Pádel	-,29571	,45798	,998	-1,6974	1,1059
Fútbol	No	-,10164	,22030	1,000	-,7758	,5726
	Baloncesto	-,40819(*)	,12456	,026	-,7894	-,0270
	Tenis	,21174	,17771	,934	-,3321	,7556
	Artes marciales	,33015	,28894	,947	-,5542	1,2145
	Golf	-,28735	,40627	,997	-1,5307	,9560
	Natación	,01693	,22030	1,000	-,6573	,6911
	Pádel	-,39735	,40627	,977	-1,6407	,8460
Baloncesto	No	,30655	,24537	,916	-,4444	1,0575
	Fútbol	,40819(*)	,12456	,026	,0270	,7894
	Tenis	,61992	,20798	,062	-,0166	1,2564
	Artes marciales	,73833	,30849	,250	-,2058	1,6824
	Golf	,12083	,42040	1,000	-1,1658	1,4074
	Natación	,42512	,24537	,666	-,3258	1,1761
	Pádel	,01083	,42040	1,000	-1,2758	1,2974
Tenis	No	-,31338	,27617	,948	-1,1586	,5318
	Fútbol	-,21174	,17771	,934	-,7556	,3321
	Baloncesto	-,61992	,20798	,062	-1,2564	,0166
	Artes marciales	,11841	,33351	1,000	-,9023	1,1391
	Golf	-,49909	,43909	,948	-1,8429	,8447
	Natación	-,19481	,27617	,997	-1,0400	,6504
	Pádel	-,60909	,43909	,862	-1,9529	,7347
Artes marciales	No	-,43179	,35802	,929	-1,5275	,6639
	Fútbol	-,33015	,28894	,947	-1,2145	,5542
	Baloncesto	-,73833	,30849	,250	-1,6824	,2058
	Tenis	-,11841	,33351	1,000	-1,1391	,9023
	Golf	-,61750	,49468	,916	-2,1315	,8965
	Natación	-,31321	,35802	,988	-1,4089	,7825
	Pádel	-,72750	,49468	,822	-2,2415	,7865
Golf	No	,18571	,45798	1,000	-1,2159	1,5874
	Fútbol	,28735	,40627	,997	-,9560	1,5307
	Baloncesto	-,12083	,42040	1,000	-1,4074	1,1658
	Tenis	,49909	,43909	,948	-,8447	1,8429
	Artes marciales	,61750	,49468	,916	-,8965	2,1315

	Natación	,30429	,45798	,998	-1,0974	1,7059
	Pádel	-,11000	,57120	1,000	-1,8582	1,6382
Natación	No	-,11857	,30532	1,000	-1,0530	,8159
	Fútbol	-,01693	,22030	1,000	-,6911	,6573
	Baloncesto	-,42512	,24537	,666	-1,1761	,3258
	Tenis	,19481	,27617	,997	-,6504	1,0400
	Artes marciales	,31321	,35802	,988	-,7825	1,4089
	Golf	-,30429	,45798	,998	-1,7059	1,0974
	Pádel	-,41429	,45798	,985	-1,8159	,9874
	No	,29571	,45798	,998	-1,1059	1,6974
Pádel	Fútbol	,39735	,40627	,977	-,8460	1,6407
	Baloncesto	-,01083	,42040	1,000	-1,2974	1,2758
	Tenis	,60909	,43909	,862	-,7347	1,9529
	Artes marciales	,72750	,49468	,822	-,7865	2,2415
	Golf	,11000	,57120	1,000	-1,6382	1,8582
	Natación	,41429	,45798	,985	-,9874	1,8159

\* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.



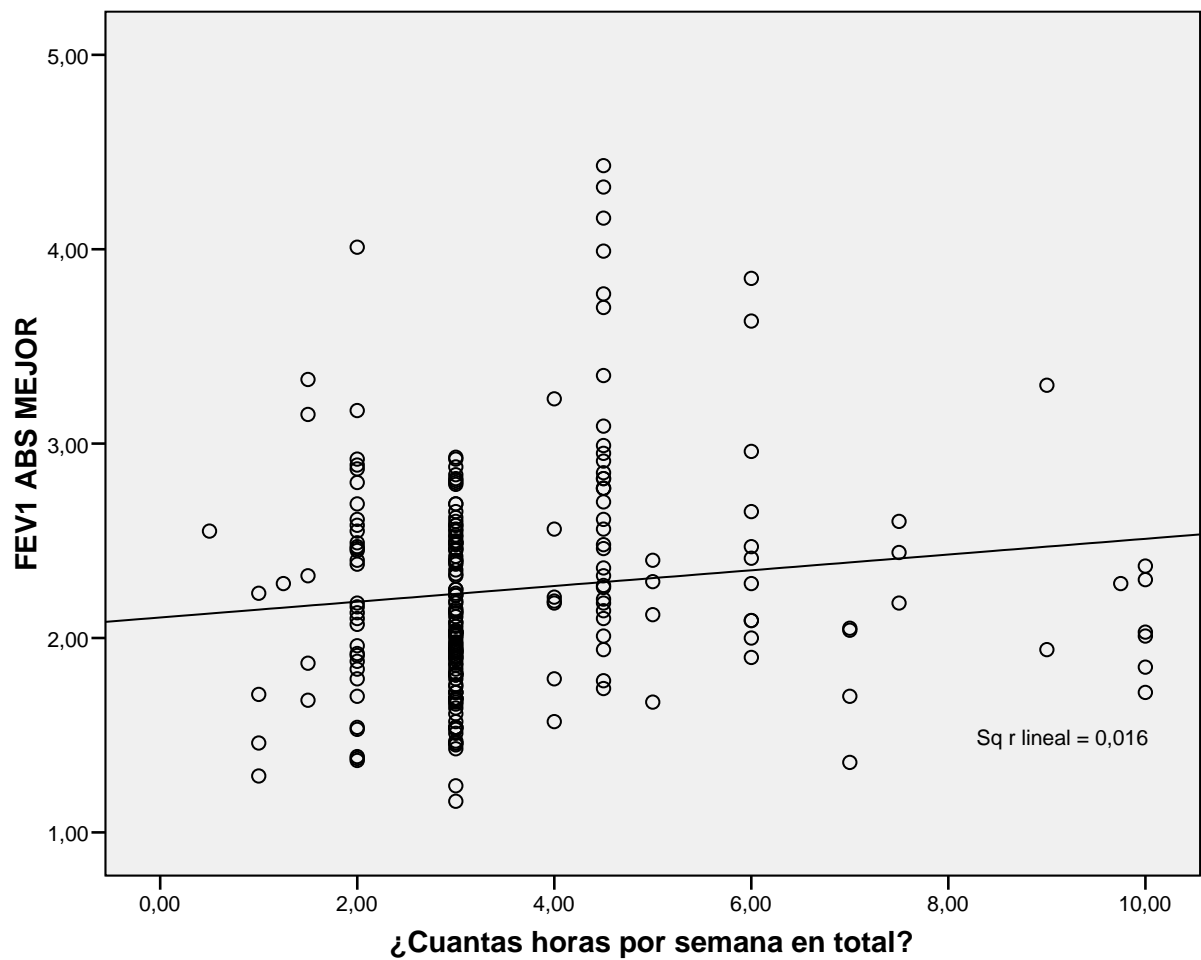


**Relación del FEV<sub>1</sub> absoluto con el número de horas por semana que practica actividad deportiva extraescolar niño**

	Media	Desviación típica	N
FEV1 ABS MEJOR	2,2535	,58225	232
¿Cuántas horas por semana en total?	3,6067	1,79479	225

**Correlaciones**

		FEV1 ABS MEJOR	¿Cuántas horas por semana en total?
FEV1 ABS MEJOR	Correlación de Pearson	1	,127
	Sig. (bilateral)		,058
	N	232	225
¿Cuántas horas por semana en total?	Correlación de Pearson	,127	1
	Sig. (bilateral)	,058	
	N	225	225



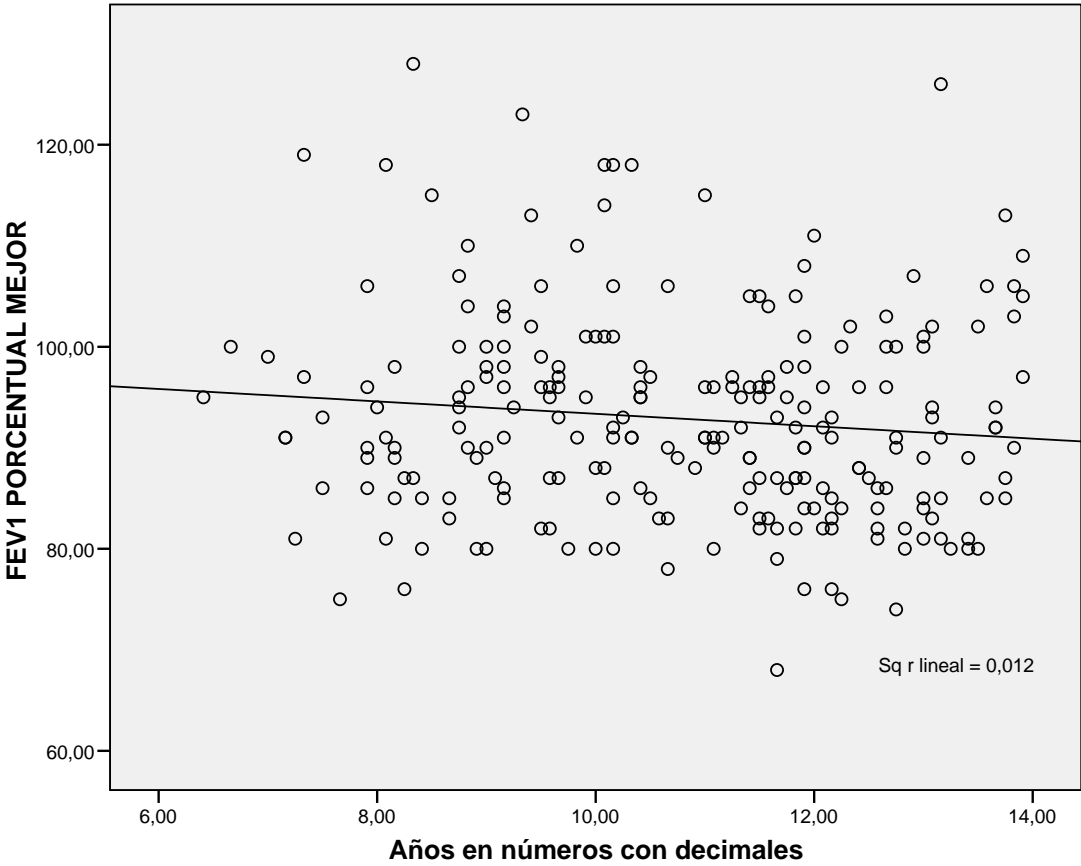
**B3.- Bivariante del FEV<sub>1</sub> Porcentual en relación con otras variables**

Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con la Edad del niño en el momento de la prueba

	Media	Desviación típica	N
Años en números con decimales	10,7940	1,84207	232
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	92,8750	10,23012	232

**Correlaciones**

		Años en números con decimales	FEV1 PORCENTUAL MEJOR
Años en números con decimales	Correlación de Pearson	1	-,111
	Sig. (bilateral)		,093
	N	232	232
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	Correlación de Pearson	-,111	1
	Sig. (bilateral)	,093	
	N	232	232



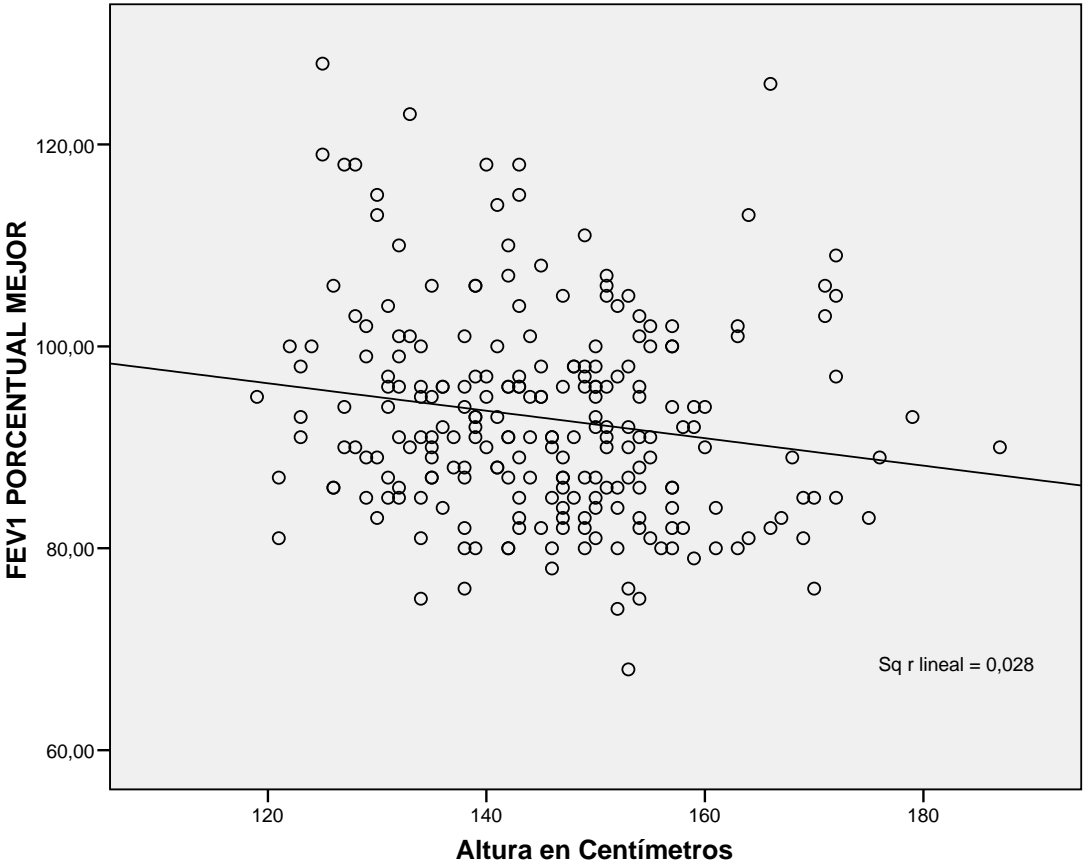
**Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con la altura del niño, en centímetros, en el momento de la prueba**

	Media	Desviación típica	N
Altura en Centímetros	145,50	12,618	232
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	92,8750	10,23012	232

**Correlaciones**

		Altura en Centímetros	FEV1 PORCENTUAL MEJOR
Altura en Centímetros	Correlación de Pearson	1	-,168(*)
	Sig. (bilateral)		.010
	N	232	232
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	Correlación de Pearson	-,168(*)	1
	Sig. (bilateral)	.010	
	N	232	232

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

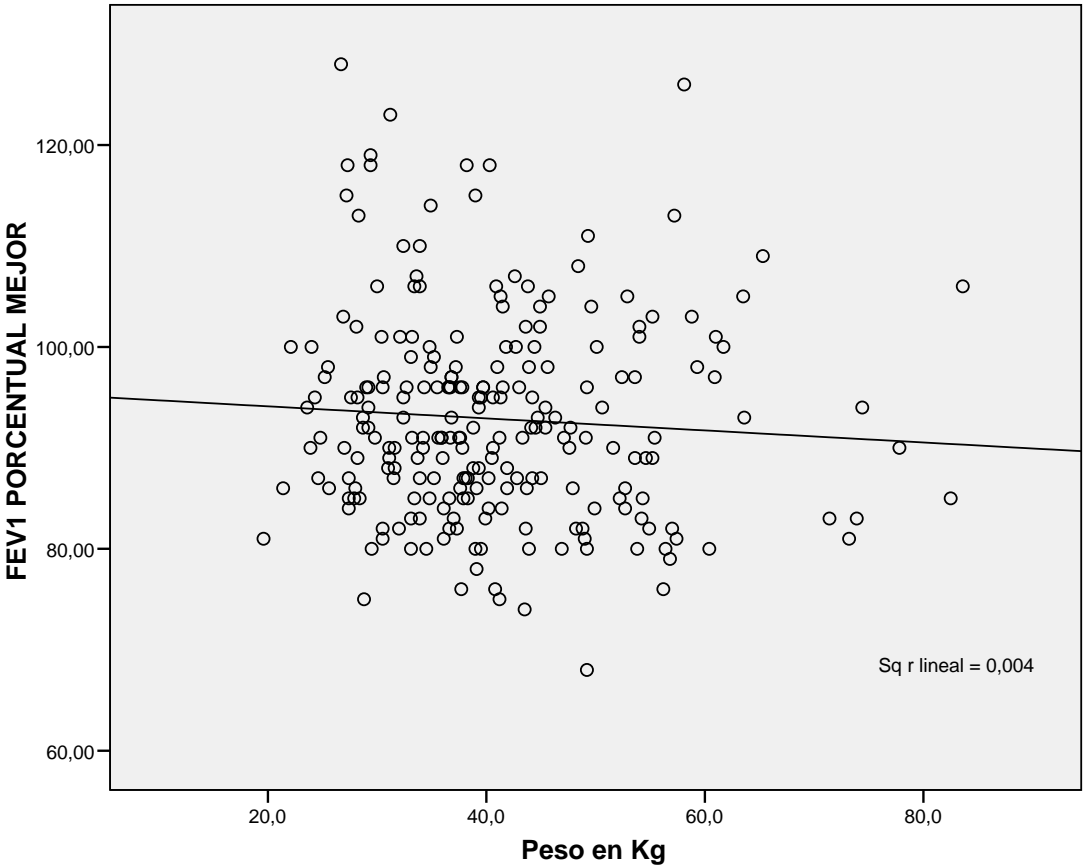


**Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con el peso del niño, en kilogramos, en el momento de la prueba**

	Media	Desviación típica	N
Peso en Kg	40,789	11,5032	232
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	92,8750	10,23012	232

**Correlaciones**

		Peso en Kg	FEV1 PORCENTUAL MEJOR
Peso en Kg	Correlación de Pearson	1	-,067
	Sig. (bilateral)		,309
	N	232	232
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	Correlación de Pearson	-,067	1
	Sig. (bilateral)	,309	
	N	232	232



**Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con el grado del índice de masa corporal, según CDC, del niño en el momento de la prueba**

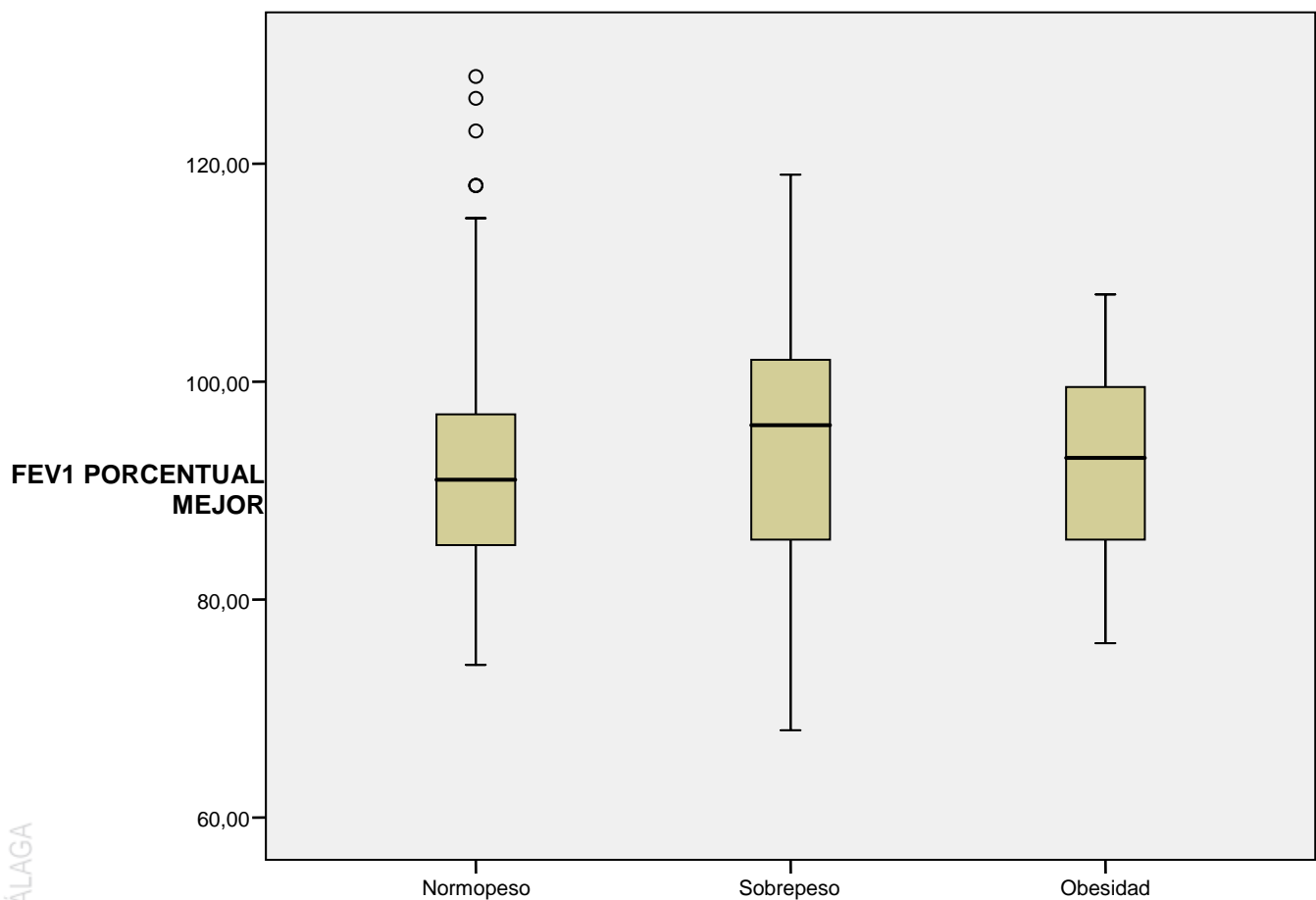
FEV1 PORCENTUAL MEJOR

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Normopeso	174	92,7414	10,20692	,77378	91,2141	94,2687	74,00	128,00
Sobrepeso	19	94,7368	13,51477	3,10050	88,2229	101,2508	68,00	119,00
Obesidad	39	92,5641	8,57105	1,37247	89,7857	95,3425	76,00	108,00
Total	232	92,8750	10,23012	,67164	91,5517	94,1983	68,00	128,00

**ANOVA**

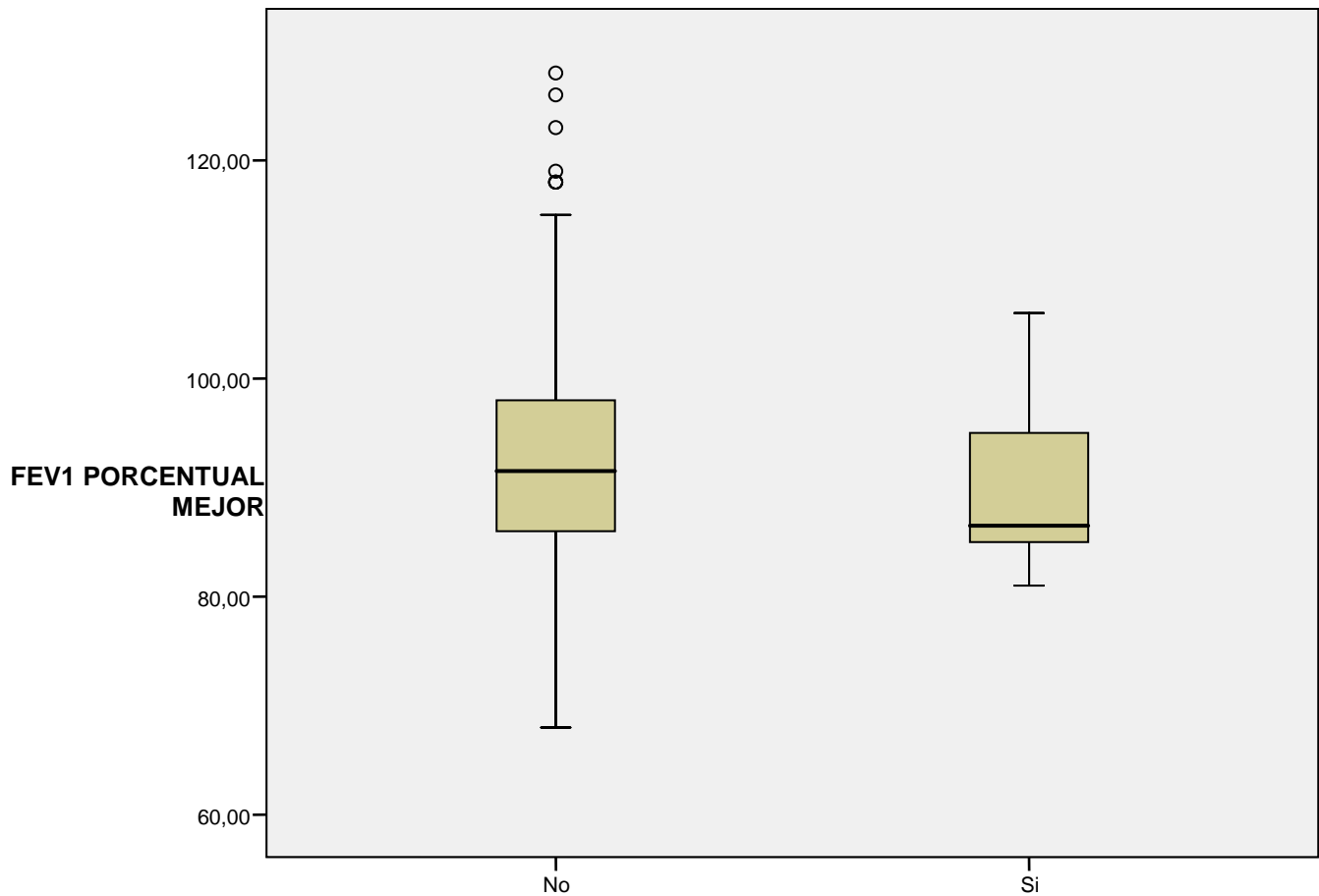
FEV1 PORCENTUAL MEJOR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	72,739	2	36,369	,346	,708
Intra-grupos	24102,636	229	105,252		
Total	24175,375	231			



**Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con padecimiento o no de enfermedad pulmonar del niño en el momento de la prueba**

	¿Padece enfermedad pulmonar?		Estadístico	Error típ.
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	No	Media	93,1381	,72045
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	91,7178
			Límite superior	94,5584
		Media recortada al 5%	92,6296	
		Mediana	91,5000	
		Varianza	109,000	
		Desv. típ.	10,44031	
		Mínimo	68,00	
		Máximo	128,00	
		Rango	60,00	
		Amplitud intercuartil	12,25	
		Asimetría	,712	,168
		Curtosis	,677	,334
	Si	Media	90,3636	1,63901
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	86,9551
			Límite superior	93,7721
		Media recortada al 5%	90,0202	
		Mediana	86,5000	
		Varianza	59,100	
		Desv. típ.	7,68762	
		Mínimo	81,00	
		Máximo	106,00	
		Rango	25,00	
		Amplitud intercuartil	10,75	
		Asimetría	,741	,491
		Curtosis	-,679	,953



### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	Se han asumido varianzas iguales	1,366	,244	1,211	230	,227	2,77446	2,29015	-1,73790	7,28682
	No se han asumido varianzas iguales			1,550	29,787	,132	2,77446	1,79036	-,88304	6,43196

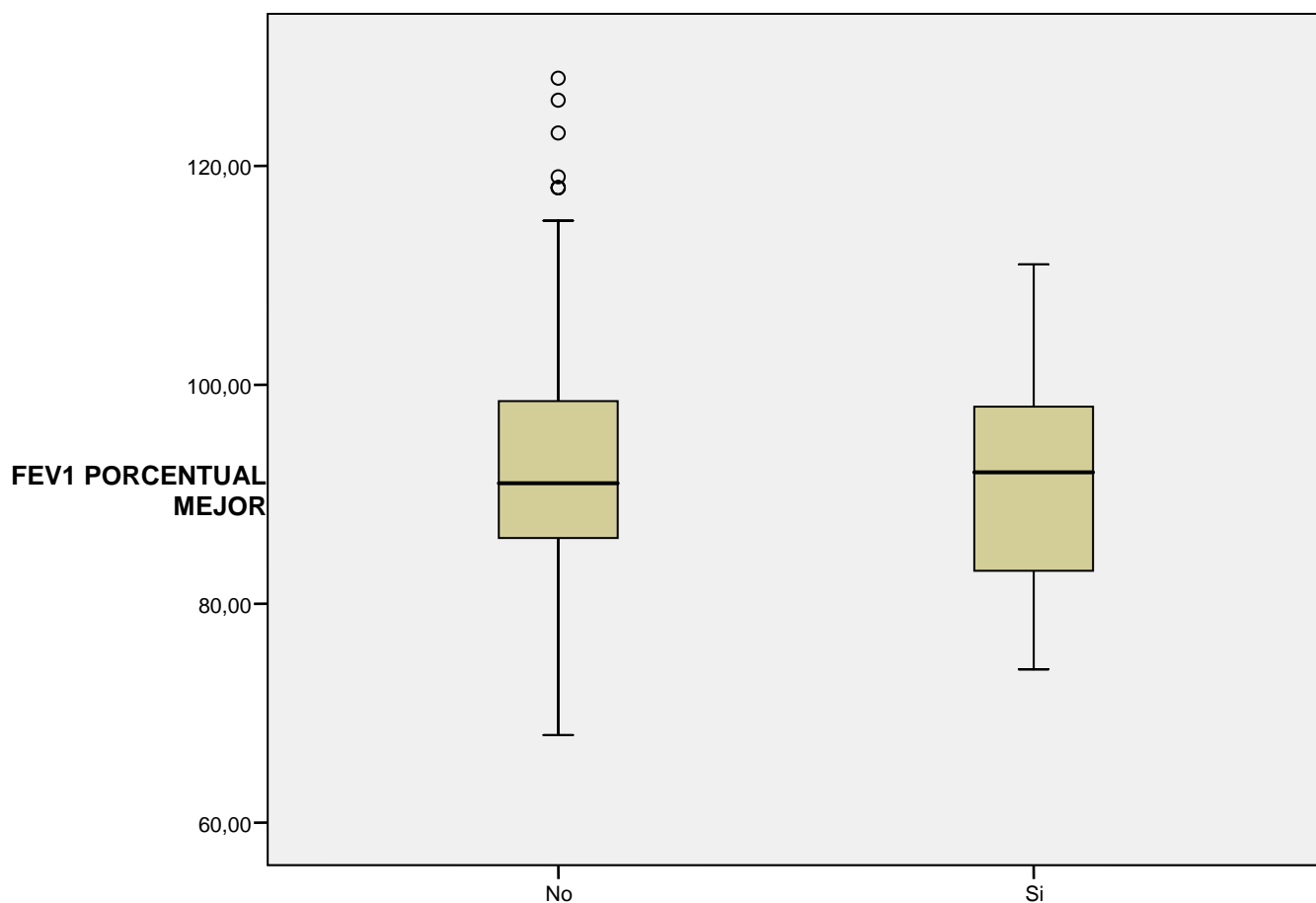
**Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con el tipo de enfermedad pulmonar del niño en el momento de la prueba**

No se pueden comparar porque de los 22 niños que padecen alguna enfermedad pulmonar, tan sólo hay uno que no está clasificado como hiperreactividad bronquial / asma / bronquitis / traqueítis /alergia.



**Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con el antecedente de haber sido o no intervenido quirúrgicamente**

	¿Está intervenido quirúrgicamente?		Estadístico	Error típ.
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	No	Media	93,1361	,75219
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	91,6524
			Límite superior	94,6198
		Media recortada al 5%	92,5582	
		Mediana	91,0000	
		Varianza	108,066	
		Desv. típ.	10,39546	
		Mínimo	68,00	
		Máximo	128,00	
		Rango	60,00	
		Amplitud intercuartil	13,00	
		Asimetría	,838	,176
		Curtosis	,864	,350
	Si	Media	91,6585	1,47525
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	88,6770
			Límite superior	94,6401
		Media recortada al 5%	91,6165	
		Mediana	92,0000	
		Varianza	89,230	
		Desv. típ.	9,44619	
		Mínimo	74,00	
		Máximo	111,00	
		Rango	37,00	
		Amplitud intercuartil	15,50	
		Asimetría	,078	,369
		Curtosis	-,766	,724



#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	Se han asumido varianzas iguales	,062	,804	,839	230	,403	1,47759	1,76196	1,99405	4,94923
	No se han asumido varianzas iguales			,892	62,610	,376	1,47759	1,65594	1,83195	4,78713

## Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con el tipo de intervención quirúrgica del niño

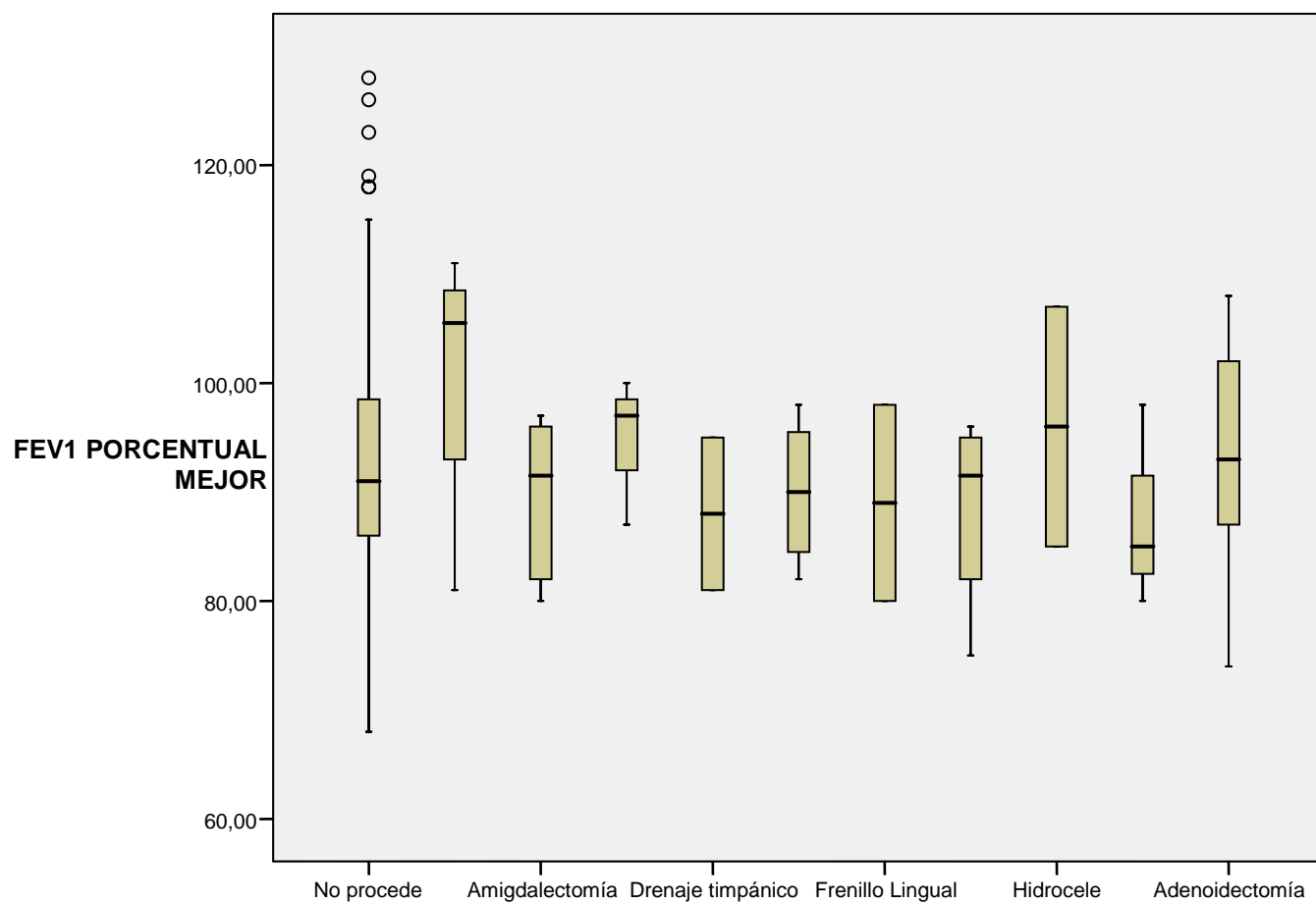
### FEV1 PORCENTUAL MEJOR

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
No procede	191	93,1361	10,39546	,75219	91,6524	94,6198	68,00	128,00
Adherencia Balanoprepucial	4	100,7500	13,42572	6,71286	79,3867	122,1133	81,00	111,00
Amigdalectomía	6	89,6667	7,11805	2,90593	82,1967	97,1366	80,00	97,00
Apendicectomía	3	94,6667	6,80686	3,92994	77,7575	111,5758	87,00	100,00
Drenaje timpánico	2	88,0000	9,89949	7,00000	-,9434	176,9434	81,00	95,00
Fractura brazo	4	90,0000	6,97615	3,48807	78,8994	101,1006	82,00	98,00
Frenillo Lingual	2	89,0000	12,72792	9,00000	25,3558	203,3558	80,00	98,00
Hernia Inguinal	4	88,5000	9,46925	4,73462	73,4323	103,5677	75,00	96,00
Hidrocele	2	96,0000	15,55635	11,00000	43,7683	235,7683	85,00	107,00
Orquidopexia=Testículo en ascensor	3	87,6667	9,29157	5,36449	64,5851	110,7482	80,00	98,00
Adenoidectomía	8	93,2500	11,08087	3,91768	83,9862	102,5138	74,00	108,00
Total	229	92,9389	10,25746	,67783	91,6032	94,2745	68,00	128,00

### ANOVA

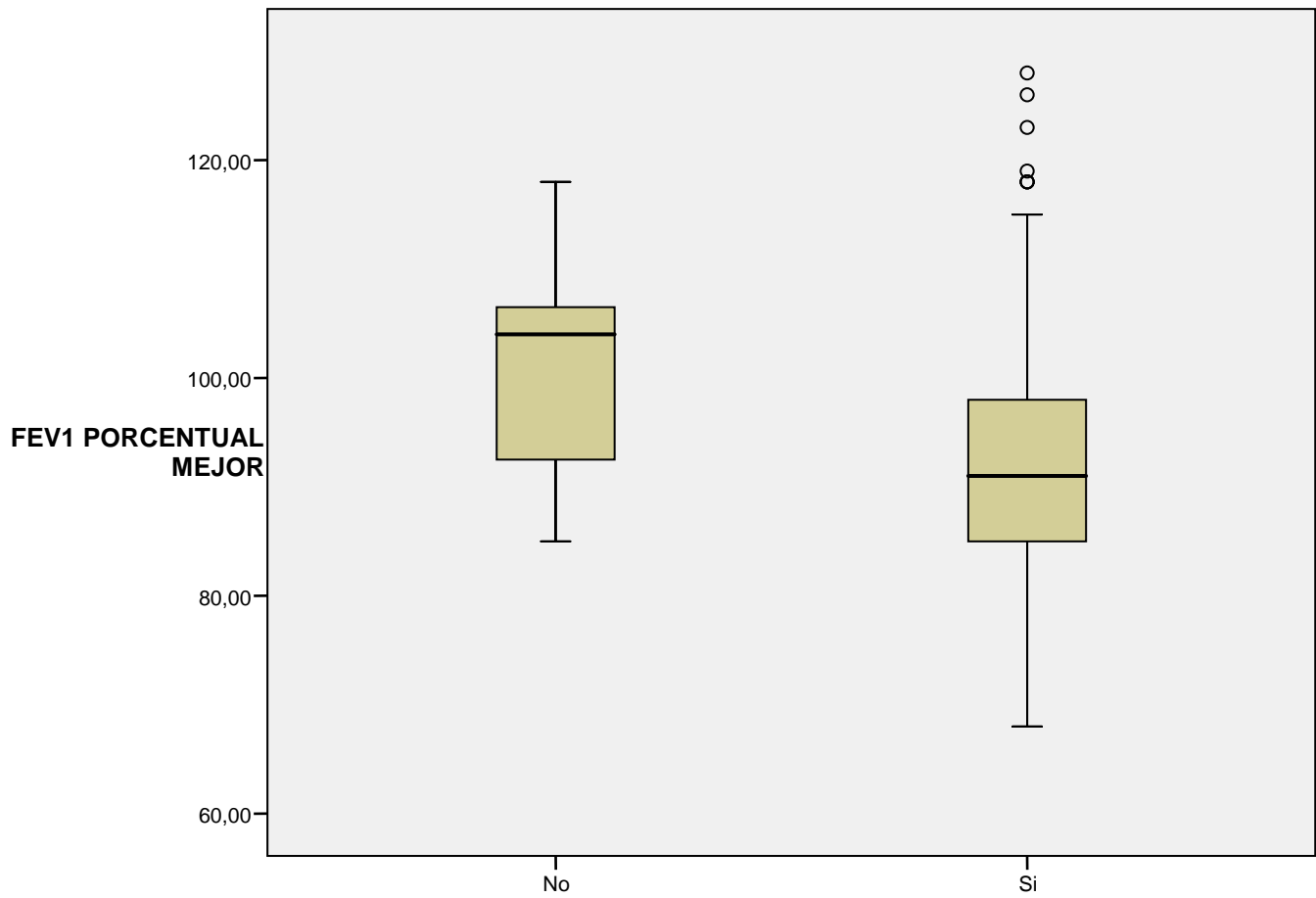
#### FEV1 PORCENTUAL MEJOR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	620,767	10	62,077	,579	,830
Intra-grupos	23368,377	218	107,194		
Total	23989,144	228			



**Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con la realización o no de actividad deportiva extraescolar del niño en el momento de la prueba**

	¿Realiza deporte extraescolar?		Estadístico	Error típ.
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	No	Media	100,7143	4,31892
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	90,1463
			Límite superior	111,2823
		Media recortada al 5%	100,6270	
		Mediana	104,0000	
		Varianza	130,571	
		Desv. típ.	11,42679	
		Mínimo	85,00	
		Máximo	118,00	
		Rango	33,00	
		Amplitud intercuartil	18,00	
		Asimetría	,001	,794
		Curtosis	-,691	1,587
	Si	Media	92,6311	,67478
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	91,3014
			Límite superior	93,9608
		Media recortada al 5%	92,0975	
		Mediana	91,0000	
		Varianza	102,448	
		Desv. típ.	10,12167	
		Mínimo	68,00	
		Máximo	128,00	
		Rango	60,00	
		Amplitud intercuartil	13,00	
		Asimetría	,771	,162
		Curtosis	,882	,323



#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	Se han asumido varianzas iguales	,286	,593	2,073	230	,039	8,08317	3,89857	,40170	15,76465
	No se han asumido varianzas iguales			1,849	6,296	,112	8,08317	4,37131	2,49217	18,65852

# **Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con el tipo de actividad deportiva extraescolar que realiza el niño**

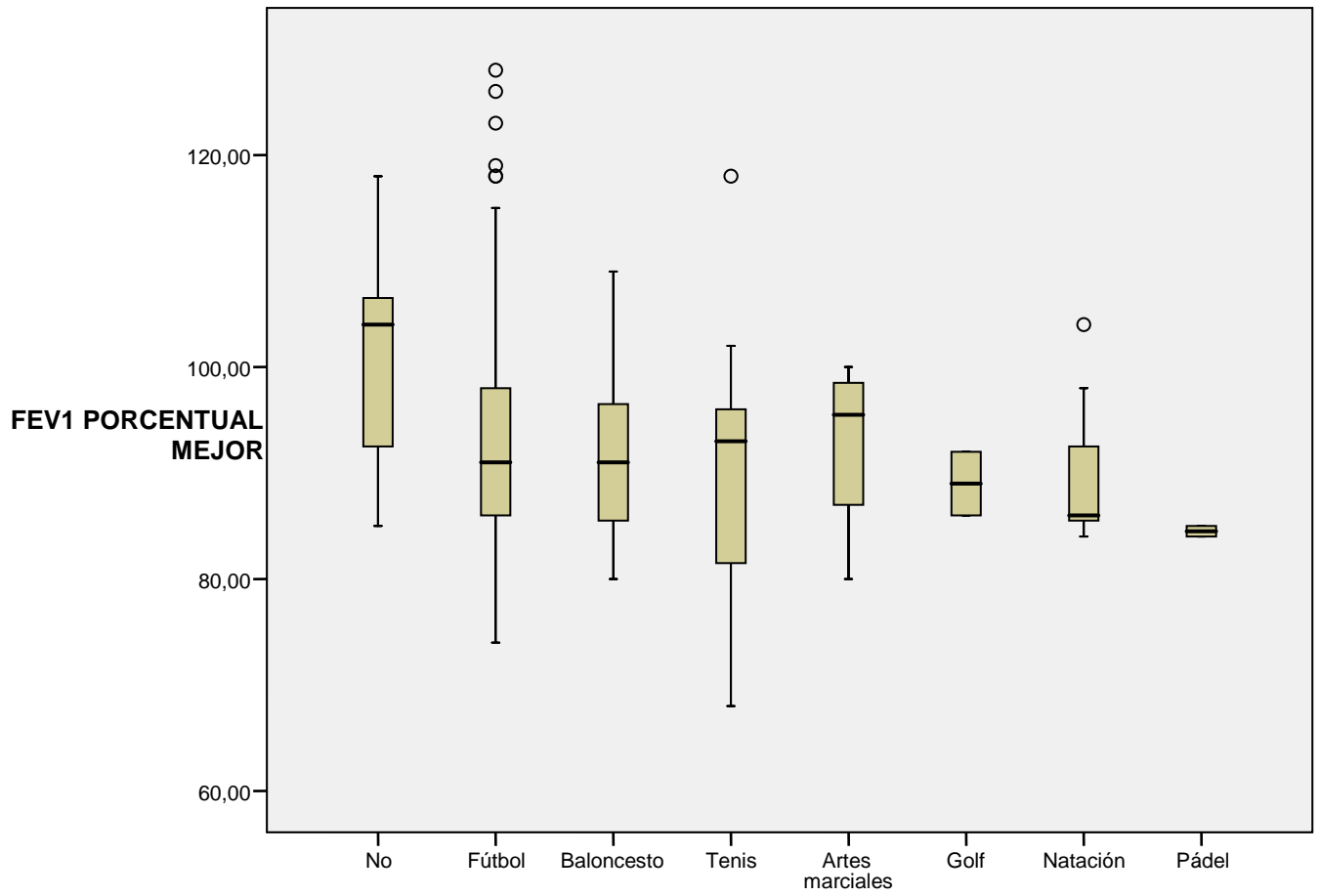
## FEV1 PORCENTUAL MEJOR

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
No	7	100,7143	11,42679	4,31892	90,1463	111,2823	85,00	118,00
Fútbol	170	93,0235	10,42014	,79919	91,4459	94,6012	74,00	128,00
Baloncesto	24	91,4583	8,29866	1,69396	87,9541	94,9626	80,00	109,00
Tenis	11	90,4545	13,35188	4,02574	81,4846	99,4245	68,00	118,00
Artes marciales	4	92,7500	8,84590	4,42295	78,6742	106,8258	80,00	100,00
Golf	2	89,0000	4,24264	3,00000	50,8814	127,1186	86,00	92,00
Natación	7	90,0000	7,76745	2,93582	82,8163	97,1837	84,00	104,00
Pádel	2	84,5000	,70711	,50000	78,1469	90,8531	84,00	85,00
Total	227	92,7621	10,28083	,68236	91,4175	94,1067	68,00	128,00

## ANOVA

## FEV1 PORCENTUAL MEJOR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	771,884	7	110,269	1,045	,401
Intra-grupos	23115,270	219	105,549		
Total	23887,154	226			



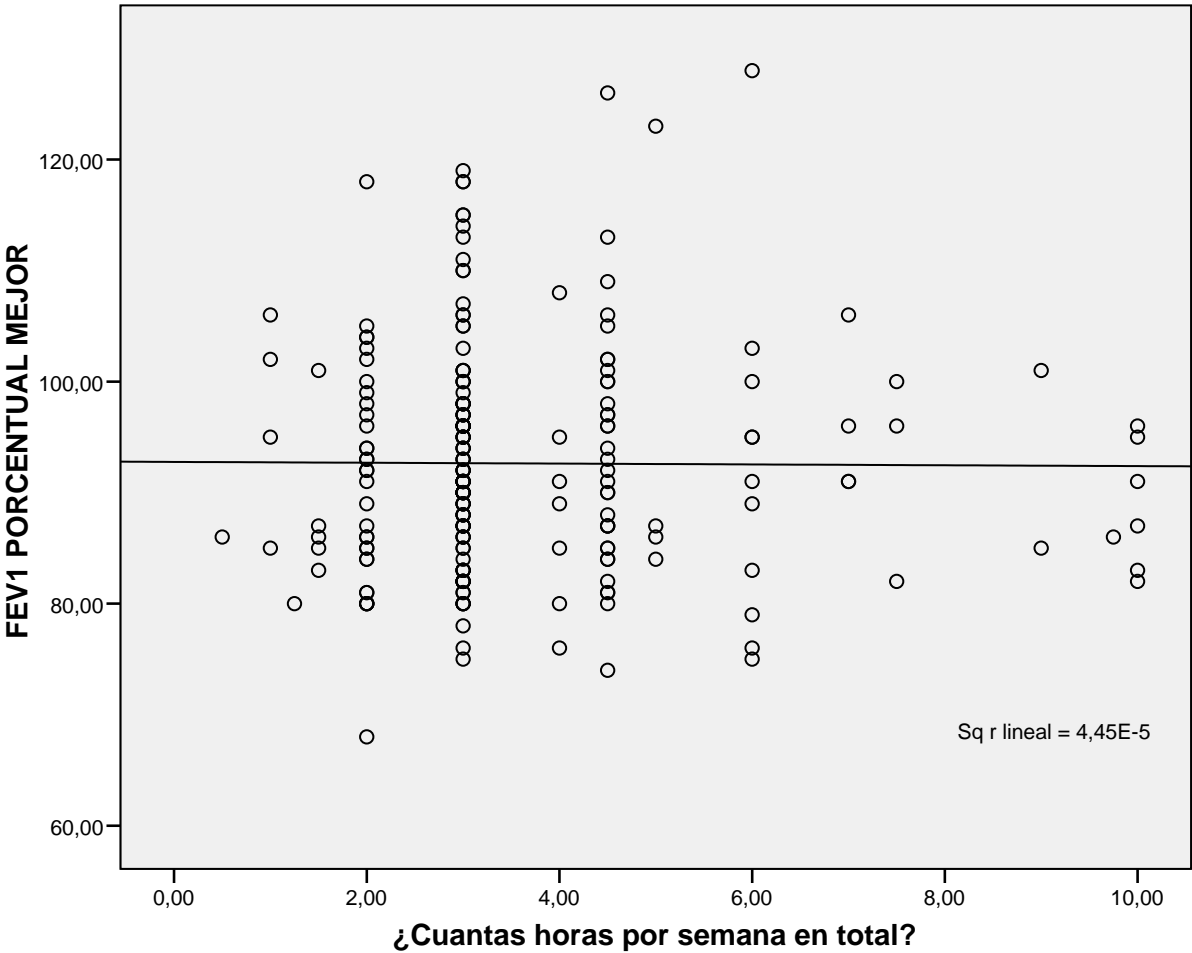


**Relación del FEV<sub>1</sub> porcentual con el número de horas por semana que practica actividad deportiva extraescolar niño**

	Media	Desviación típica	N
¿Cuántas horas por semana en total?	3,6067	1,79479	225
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	92,8750	10,23012	232

**Correlaciones**

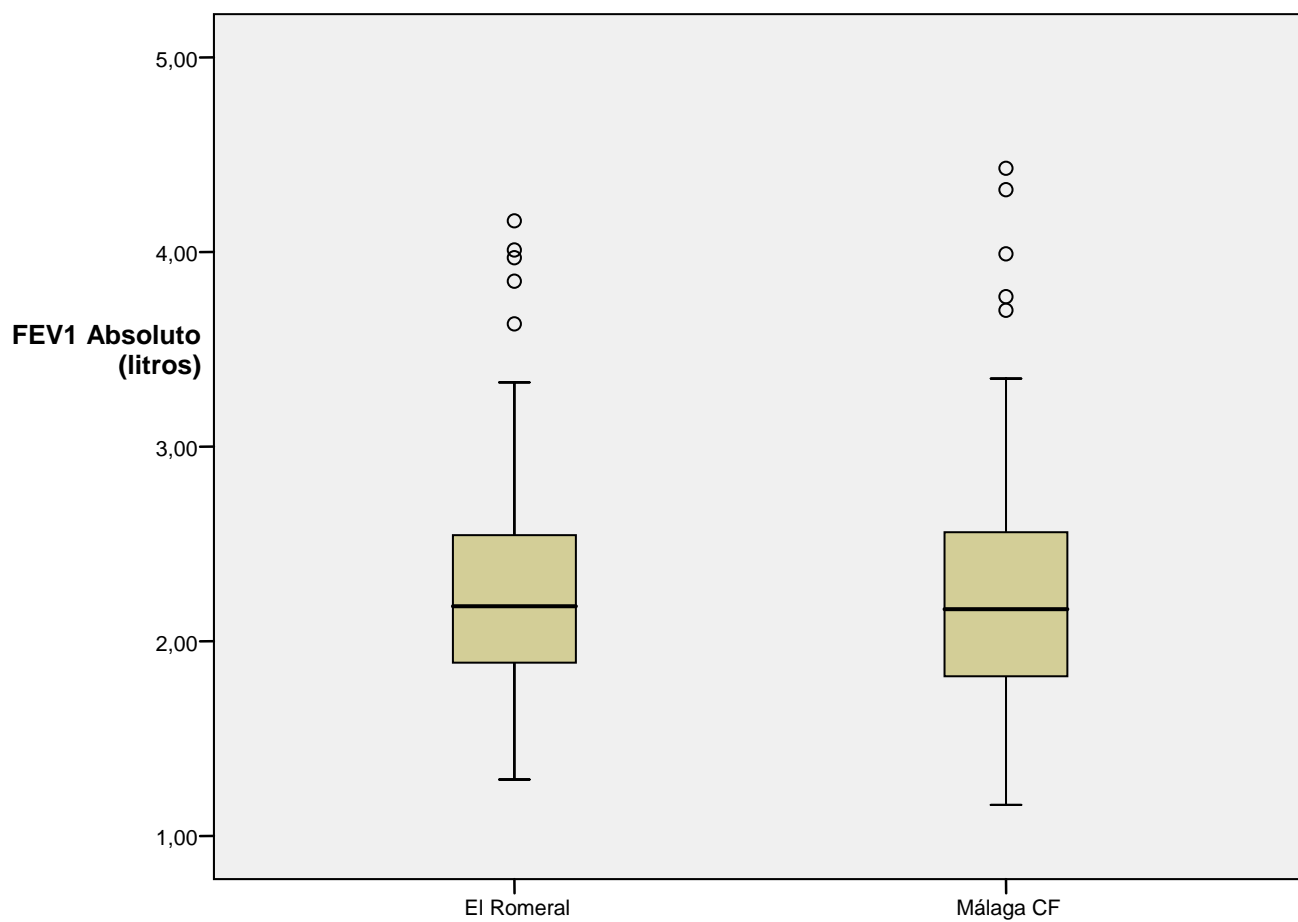
		¿Cuántas horas por semana en total?	FEV1 PORCENTUAL MEJOR
¿Cuántas horas por semana en total?	Correlación de Pearson	1	-,007
	Sig. (bilateral)		<b>,921</b>
	N	225	225
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	Correlación de Pearson	-,007	1
	Sig. (bilateral)	<b>,921</b>	
	N	225	232



**C.- VARIABLE RESULTADO DEL ESTUDIO. VOLUMEN  
ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO EN  
FUNCIÓN A LA PERTENENCIA AL GRUPO INTERVENCION O  
AL GRUPO COMPARACIÓN**

Comparación según pertenencia al grupo intervención o no, del Volumen Espiratorio Forzado en al primer segundo (valor absoluto, en litros)

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
FEV1 Absoluto (litros)	El Romeral	Media	2,2653	,05367
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,1590
			Límite superior	2,3716
		Media recortada al 5%	2,2273	
		Mediana	2,1800	
		Varianza	,334	
		Desv. típ.	,57802	
		Mínimo	1,29	
		Máximo	4,16	
		Rango	2,87	
		Amplitud intercuartil	,66	
		Asimetría	,986	,225
		Curtosis	1,328	,446
	Málaga CF	Media	2,2417	,05466
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,1334
			Límite superior	2,3500
		Media recortada al 5%	2,1957	
		Mediana	2,1650	
		Varianza	,347	
		Desv. típ.	,58873	
		Mínimo	1,16	
		Máximo	4,43	
		Rango	3,27	
		Amplitud intercuartil	,74	
		Asimetría	1,198	,225
		Curtosis	2,404	,446

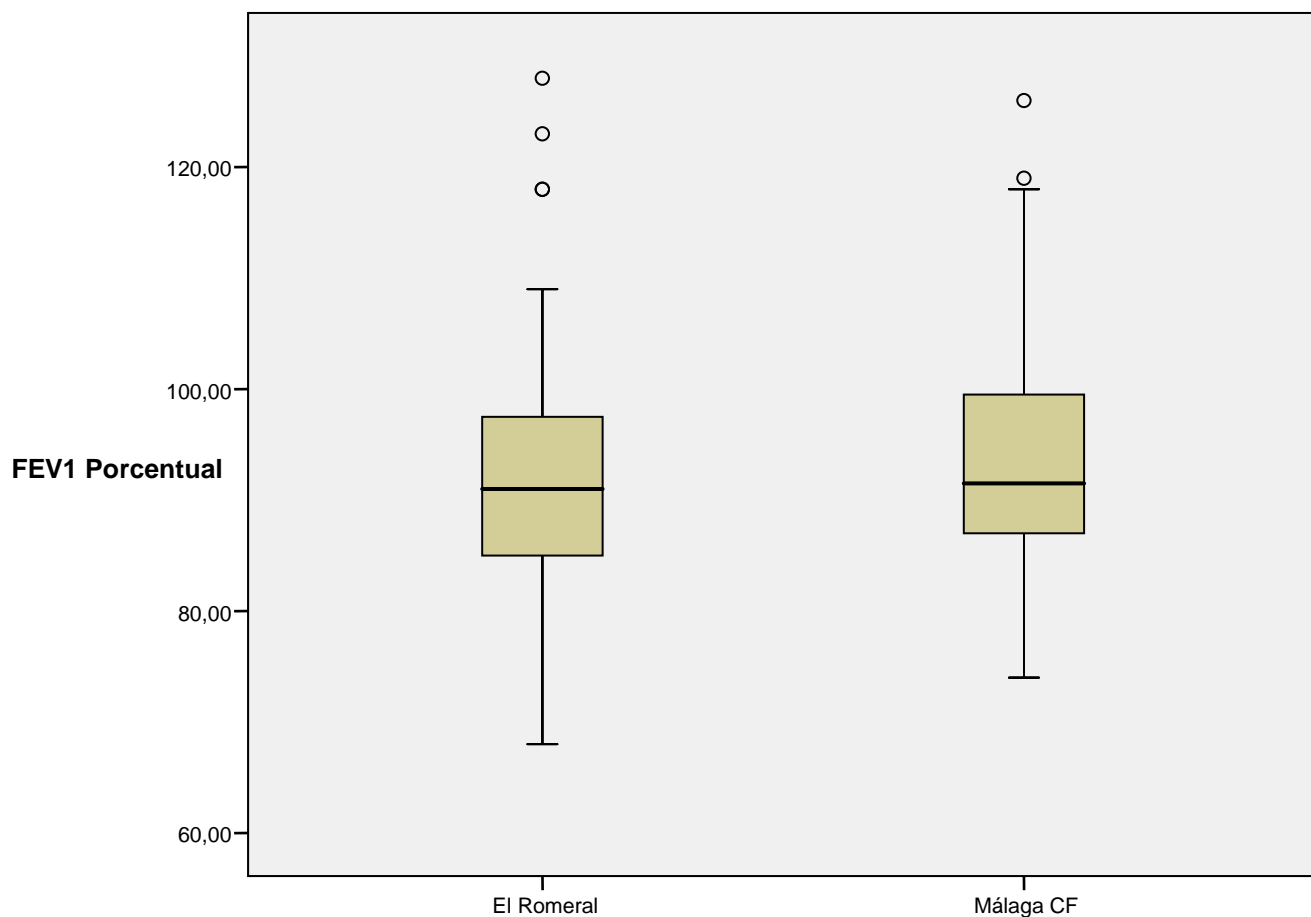


### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
FEV1 Absoluto (litros)	Se han asumido varianzas iguales	,023	,881	,307	230	,759	,02353	,07660	-,12740	,17447
	No se han asumido varianzas iguales			,307	229,922	,759	,02353	,07660	-,12740	,17447

**Comparación según pertenencia al grupo intervención o no, del Volumen Espiratorio Forzado en al primer segundo (valor porcentual)**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
FEV1 Porcentual	El Romeral	Media	92,1379	,93907
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	90,2778
			Límite superior	93,9980
		Media recortada al 5%	91,6437	
		Mediana	91,0000	
		Varianza	102,294	
		Desv. típ.	10,11404	
		Mínimo	68,00	
		Máximo	128,00	
		Rango	60,00	
		Amplitud intercuartil	12,75	
		Asimetría	,760	,225
		Curtosis	1,189	,446
	Málaga CF	Media	93,6121	,95966
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	91,7112
			Límite superior	95,5130
		Media recortada al 5%	93,1418	
		Mediana	91,5000	
		Varianza	106,831	
		Desv. típ.	10,33590	
		Mínimo	74,00	
		Máximo	126,00	
		Rango	52,00	
		Amplitud intercuartil	12,75	
		Asimetría	,741	,225
		Curtosis	,400	,446



### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
				t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.						Superior	Inferior
FEV1 PORCENTUAL MEJOR	Se han asumido varianzas iguales	,022	,883	-1,098	230	,273	-1,47414	1,34268	-4,11967	1,17139
	No se han asumido varianzas iguales			-1,098	229,892	,273	-1,47414	1,34268	-4,11968	1,17140

**Comparación según pertenencia al grupo intervención o no, del Volumen Espiratorio Forzado en al primer segundo (valor porcentual) por unidad de peso**

	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)		Estadístico	Error típ.
Porcentaje po Kg de peso	El Romeral	Media	2,3099	,06765
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,1759
			Límite superior	2,4439
		Media recortada al 5%	2,2687	
		Mediana	2,2319	
		Varianza	,531	
		Desv. típ.	,72857	
		Mínimo	1,03	
		Máximo	4,79	
		Rango	3,76	
		Amplitud intercuartil	,80	
		Asimetría	,916	,225
		Curtosis	,860	,446
	Málaga CF	Media	2,5948	,06458
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,4669
			Límite superior	2,7227
		Media recortada al 5%	2,5756	
		Mediana	2,5410	
		Varianza	,484	
		Desv. típ.	,69559	
		Mínimo	1,11	
		Máximo	4,52	
		Rango	3,42	
		Amplitud intercuartil	,89	
		Asimetría	,465	,225
		Curtosis	,069	,446

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
Porcentaje po Kg de peso	Se han asumido varianzas iguales	,029	,865	-3,046	230	,003	-,28491	,09353	-,46919	-,10063
	No se han asumido varianzas iguales			-3,046	229,508	,003	-,28491	,09353	-,46919	-,10063

## D.- ANÁLISIS MULTIVARIANTE

### REGRESION LINEAL MULTIPLE

Se han realizado diferentes modelos explicativos de la FEV<sub>1</sub> absoluto, a partir de todas las **variables cuantitativas y ordinales**. Se han ido descartando aquellas que no eran estadísticamente significativas, quedándonos al final con un modelo que es capaz de predecir más del 80% del FEV<sub>1</sub>, con tan solo tres variables: peso en kilogramos, altura en centímetros y clasificación del índice de masa corporal.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Sig. del cambio en F	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	
1	,900(a)	,810	,808	,25514	,810	325,002	3	228	,000	1,814

a Variables predictoras: (Constante), Clasificación IMC según CDC, Altura en Centímetros, Peso en Kg

b Variable dependiente: FEV1 ABS MEJOR

#### Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-1,747	,471		-3,708	,000
	Peso en Kg	,023	,005	,458	4,665	,000
	Altura en Centímetros	,023	,004	,501	5,684	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,127	,037	-,167	-3,478	,001

a Variable dependiente: FEV1 ABS MEJOR

$$y = -1,747 + (0,23 \times \text{peso}) + (0,23 \times \text{altura}) + (-1,27 \times \text{clasificación IMC})$$

Además también se realizaron el estudio de diferentes modelos explicativos del FEV<sub>1</sub> absoluto teniendo en cuenta **variables cuantitativas y cualitativas**. Las cualitativas dicotómicas se codificaron en 0 y 1; y las de más de dos categorías se introdujeron en los modelos como variables indicadoras o dummy. Al igual que con variables cuantitativas, obtuvimos un modelo que es capaz de explicar el 80% teniendo en cuenta solamente las variables; altura en centímetros, peso en kilogramos y pertenencia al grupo intervención.



### Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. del cambio en F	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2
1	,902(a)	,813	,803	,25478	,813	76,850	12	212	,000
2	,902(b)	,813	,803	,25423	,000	,078	1	212	,780
3	,902(c)	,813	,804	,25372	,000	,144	1	213	,705
4	,901(d)	,813	,805	,25332	,000	,325	1	214	,569
5	,901(e)	,812	,805	,25323	-,001	,834	1	215	,362
6	,901(f)	,811	,805	,25296	,000	,538	1	216	,464
7	,900(g)	,811	,805	,25287	-,001	,852	1	217	,357
8	,900(h)	,810	,805	,25294	-,001	1,113	1	218	,293
9	,899(i)	,808	,805	,25318	-,001	1,424	1	219	,234

a Variables predictoras: (Constante), ¿Cuantas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, ¿Está intervenido quirúrgicamente?, baloncesto, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Fútbol, Años en números con decimales, ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

b Variables predictoras: (Constante), ¿Cuantas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, ¿Está intervenido quirúrgicamente?, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Fútbol, Años en números con decimales, ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

c Variables predictoras: (Constante), ¿Cuantas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Fútbol, Años en números con decimales, ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

d Variables predictoras: (Constante), ¿Cuantas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Fútbol, ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

e Variables predictoras: (Constante), ¿Cuantas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

f Variables predictoras: (Constante), ¿Cuantas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

g Variables predictoras: (Constante), ¿Cuantas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Altura en Centímetros

h Variables predictoras: (Constante), ¿Cuantas horas por semana en total?, Peso en Kg, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Altura en Centímetros

i Variables predictoras: (Constante), Peso en Kg, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Altura en Centímetros

### ANOVA(j)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	59,864	12	4,989	76,850	,000(a)
	Residual	13,762	212	,065		
	Total	73,626	224			

2	Regresión	59,859	11	5,442	84,194	,000(b)
	Residual	13,767	213	,065		
	Total	73,626	224			
3	Regresión	59,850	10	5,985	92,971	,000(c)
	Residual	13,776	214	,064		
	Total	73,626	224			
4	Regresión	59,829	9	6,648	103,590	,000(d)
	Residual	13,797	215	,064		
	Total	73,626	224			
5	Regresión	59,775	8	7,472	116,524	,000(e)
	Residual	13,851	216	,064		
	Total	73,626	224			
6	Regresión	59,741	7	8,534	133,377	,000(f)
	Residual	13,885	217	,064		
	Total	73,626	224			
7	Regresión	59,686	6	9,948	155,571	,000(g)
	Residual	13,940	218	,064		
	Total	73,626	224			
8	Regresión	59,615	5	11,923	186,366	,000(h)
	Residual	14,011	219	,064		
	Total	73,626	224			
9	Regresión	59,524	4	14,881	232,153	,000(i)
	Residual	14,102	220	,064		
	Total	73,626	224			

a Variables predictoras: (Constante), ¿Cuántas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, ¿Está intervenido quirúrgicamente?, baloncesto, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Fútbol, Años en números con decimales, ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

b Variables predictoras: (Constante), ¿Cuántas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, ¿Está intervenido quirúrgicamente?, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Fútbol, Años en números con decimales, ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

c Variables predictoras: (Constante), ¿Cuántas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Fútbol, Años en números con decimales, ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

d Variables predictoras: (Constante), ¿Cuántas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Fútbol, ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

e Variables predictoras: (Constante), ¿Cuántas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Tenis, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

f Variables predictoras: (Constante), ¿Cuántas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), ¿Toma medicación?, Altura en Centímetros

g Variables predictoras: (Constante), ¿Cuántas horas por semana en total?, ¿Padece enfermedad pulmonar?, Peso en Kg, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Altura en Centímetros

h Variables predictoras: (Constante), ¿Cuántas horas por semana en total?, Peso en Kg, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Altura en Centímetros

i Variables predictoras: (Constante), Peso en Kg, Clasificación IMC según CDC, Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF), Altura en Centímetros

j Variable dependiente: FEV1 ABS MEJOR

### Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-1,907	,510		-3,740	,000
	Futbol	-,038	,070	-,029	-,543	,588
	baloncesto	,022	,080	,012	,279	,780
	Tenis	-,071	,097	-,027	-,732	,465
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,093	,048	,082	1,961	,051
	Años en números con decimales	-,010	,019	-,033	-,560	,576
	Peso en Kg	,024	,005	,467	4,366	,000
	Altura en Centímetros	,024	,005	,514	4,900	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,114	,040	-,147	-2,851	,005
	¿Padece enfermedad pulmonar?	-,148	,115	-,075	-1,288	,199
	¿Toma medicación?	,121	,131	,053	,922	,357
	¿Está intervenido quirúrgicamente?	-,018	,047	-,012	-,382	,703
	¿Cuántas horas por semana en total?	,012	,011	,037	1,072	,285
2	(Constante)	-1,895	,507		-3,738	,000
	Futbol	-,050	,056	-,037	-,885	,377
	Tenis	-,083	,088	-,031	-,938	,349
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,094	,047	,082	1,981	,049
	Años en números con decimales	-,010	,019	-,033	-,558	,577
	Peso en Kg	,024	,005	,469	4,411	,000
	Altura en Centímetros	,024	,005	,513	4,903	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,113	,040	-,147	-2,851	,005
	¿Padece enfermedad pulmonar?	-,144	,114	-,073	-1,266	,207
	¿Toma medicación?	,116	,129	,051	,895	,372
	¿Está intervenido quirúrgicamente?	-,018	,047	-,012	-,379	,705
	¿Cuántas horas por semana en total?	,012	,011	,037	1,077	,283
3	(Constante)	-1,885	,505		-3,731	,000
	Futbol	-,050	,056	-,037	-,885	,377
	Tenis	-,081	,088	-,030	-,919	,359
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,096	,047	,084	2,051	,041
	Años en números con	-,011	,019	-,034	-,570	,569

	decimales					
	Peso en Kg	,024	,005	,473	4,475	,000
	Altura en Centímetros	,023	,005	,510	4,899	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,116	,039	-,150	-2,948	,004
	¿Padece enfermedad pulmonar?	-,151	,113	-,077	-1,341	,181
	¿Toma medicación?	,121	,129	,053	,941	,348
	¿Cuántas horas por semana en total?	,012	,011	,039	1,136	,257
4	(Constante)	-1,829	,495		-3,696	,000
	Fútbol	-,051	,056	-,038	-,913	,362
	Tenis	-,084	,088	-,032	-,958	,339
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,096	,047	,084	2,043	,042
	Peso en Kg	,024	,005	,468	4,451	,000
	Altura en Centímetros	,022	,004	,485	5,148	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,111	,038	-,144	-2,898	,004
	¿Padece enfermedad pulmonar?	-,153	,112	-,078	-1,357	,176
	¿Toma medicación?	,123	,128	,053	,956	,340
	¿Cuántas horas por semana en total?	,012	,011	,036	1,065	,288
5	(Constante)	-1,846	,494		-3,736	,000
	Tenis	-,062	,084	-,023	-,734	,464
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,071	,038	,062	1,857	,065
	Peso en Kg	,024	,005	,472	4,492	,000
	Altura en Centímetros	,022	,004	,488	5,183	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,110	,038	-,143	-2,890	,004
	¿Padece enfermedad pulmonar?	-,160	,112	-,081	-1,426	,155
	¿Toma medicación?	,128	,128	,056	,997	,320
	¿Cuántas horas por semana en total?	,008	,010	,026	,804	,422
6	(Constante)	-1,896	,489		-3,876	,000
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,079	,037	,069	2,143	,033
	Peso en Kg	,024	,005	,468	4,463	,000
	Altura en Centímetros	,023	,004	,493	5,258	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,109	,038	-,142	-2,869	,005
	¿Padece enfermedad pulmonar?	-,149	,111	-,076	-1,345	,180
	¿Toma medicación?	,117	,127	,051	,923	,357
	¿Cuántas horas por semana en total?	,010	,010	,031	1,017	,310

7	(Constante)	-1,935	,487		-3,972	,000
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,081	,037	,071	2,202	,029
	Peso en Kg	,023	,005	,454	4,378	,000
	Altura en Centímetros	,023	,004	,502	5,376	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,108	,038	-,141	-2,842	,005
	¿Padece enfermedad pulmonar?	-,063	,060	-,032	-1,055	,293
	¿Cuántas horas por semana en total?	,011	,010	,035	1,160	,247
8	(Constante)	-1,987	,485		-4,100	,000
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,086	,036	,075	2,363	,019
	Peso en Kg	,023	,005	,445	4,305	,000
	Altura en Centímetros	,023	,004	,510	5,486	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,109	,038	-,141	-2,847	,005
	¿Cuántas horas por semana en total?	,012	,010	,036	1,193	,234
9	(Constante)	-2,047	,482		-4,242	,000
	Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)	,078	,036	,069	2,186	,030
	Peso en Kg	,022	,005	,425	4,162	,000
	Altura en Centímetros	,024	,004	,532	5,822	,000
	Clasificación IMC según CDC	-,104	,038	-,135	-2,737	,007

a Variable dependiente: FEV1 ABS MEJOR

## IV. DISCUSIÓN

## **A.- MATERIAL Y MÉTODO**

### **1.- Búsqueda bibliográfica:**

Pusimos especial interés en utilizar descriptores ajustados a población pediátrica y mejora de la capacidad pulmonar. Utilizamos las fuentes bibliográficas que entendimos más importantes y usando los MeSH más representativos.

Desafortunadamente no encontramos ningún estudio de características similares en estas fuentes. Se encontraron artículos en adultos que practicaban deporte, pero en edades pediátricas sobre todo se observaron resúmenes que relacionan actividad física en niños con patología respiratoria<sup>130,131,132,133,134,135,96,19,23,110,136,137,138,139,140</sup>.

También se encontraron resúmenes en los que estudiaron los valores espirométricos en niños sanos de una determinada población o comunidad autónoma<sup>141,142,143</sup> y en población sana que practicaba deporte diferente al fútbol<sup>144,145,146,25,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159</sup>.

### **2.- Material:**

#### **2.1.- Vitalograph COPD-6:**

Se escogió el dispositivo Vitalograph COPD-6 por las características que tiene:

- Accesibilidad al dispositivo, ya que podíamos contar en cualquier momento con él.
- Portabilidad: dispositivo fácilmente transportable, por lo que nos permitía llevarlo al lugar donde se realizaban las pruebas.
- Cumplía con las normas de calidad vigente y otras como:
  - Directiva Europea de Productos Sanitarios 93/42/EEC y con la Directiva EMC 89/336/EC.
  - Canadian Medical Device Regulation (CMDR)
  - FDA Quality System Regulation (QSR) 21 CFR 820.
  - EN ISO 13485: 2003. Dispositivos médicos. Sistemas de manejo de calidad.

Como diferencia con respecto a otros dispositivos que calculan el FEV<sub>1</sub>, a nuestro dispositivo no hay que introducirle el dato del peso para poder realizar el cálculo del FEV<sub>1</sub> absoluto o porcentual. Esta diferencia con respecto a otros espirómetros la subsanamos generando en la base de datos una variable relacionando el FEV<sub>1</sub> por unidad de peso.

## 2.2.- Báscula:

Para el cálculo del peso del sujeto, se usó una báscula digital, modelo *MOD. KEMGB150K10*, de la casa comercial Kern, que consta de certificado de calibración DKD. Además se optó por este modelo por ser fácilmente transportable al lugar de realización de la prueba.

## 3.- Diseño del estudio:

Elegimos un diseño descriptivo transversal, puesto que entendimos que sería suficiente para mostrar diferencias entre los dos grupos de niños, aunque sabemos que tiene limitaciones, como el no poder inferir causalidad. Un diseño más apropiado para casualidad sería realizar un estudio de cohorte, cogiendo a los niños en el comienzo de su vida deportiva en el Málaga C.F.

Por otro lado no disponíamos de los medios para realizar un estudio de tal envergadura.

## 4.- Variables del estudio:

### 4.1.- Variable dependiente:

Se escogió la variable  $FEV_1$  para nuestro estudio por ser el parámetro más empleado de función pulmonar. Es dependiente del esfuerzo, y tiene una reproducibilidad elevada. Su disminución puede reflejar patología obstructiva o restrictiva. Se utiliza también para valorar la respuesta a las pruebas broncodilatadoras y de hiperrespuesta bronquial, por lo que se considera el patrón oro<sup>115,116,160,161</sup>

Por este mismo motivo optamos por coger como variable dependiente el  $FEV_1$ <sup>115</sup>.

En la bibliografía no encontramos un dato a partir del cual podíamos establecer un punto corte de “beneficio extra” por lo cual decidimos marcarlo nosotros mismos. De igual forma que clínicamente se entiende un empeoramiento del  $FEV_1$  cuando disminuye su valor entre un 10-20%<sup>118, 119</sup>, entendimos que una mejoría clínicamente relevante debería ser de igual entidad, esto es un 10%.

### 4.2.-Variables independientes:

Se recogieron aquellas variables que recomendaba la bibliografía, más todas aquellas que la lógica nos decía podía influir en el resultado del  $FEV_1$ .



Las variables que de forma más repetida fueron recogidas en la bibliografía fueron la edad, la altura, el peso y el índice de masa corporal<sup>96,130,142,143,144</sup>.

En alguna bibliografía se hace referencia además a la existencia o padecimiento de enfermedad pulmonar, para ser criterio de exclusión del estudio, al igual que hemos realizado en el nuestro<sup>141</sup>. También se recoge en el artículo de Turchetta el antecedente de intervención quirúrgica, en este caso de hernia diafragmática<sup>110</sup>.

Las variables que hacen referencia al tipo de actividad física que realiza y las horas que lo practican se recogen en varios estudios pero de forma individual o relacionando dos o tres disciplinas deportivas<sup>144,145,147,152,158</sup>, ya que no encontramos ningún resumen que englobara un gran número de actividades deportivas diferentes y menos aún en edad pediátrica.

## **5.- Población y muestra:**

Decidimos estudiar la influencia de uno de los deportes que tiene mayor implantación en nuestro país, como es el fútbol, donde existe un gran número de población infantil practicándolo (estimación de unos 12500 niños en edad pediátrica, federados en diferentes categorías de fútbol, según información obtenida de la Federación Andaluza de Fútbol<sup>162</sup>) y compararlo con un grupo de niños de similar edad que no hicieran este tipo de actividad tan reglada.

De todo ese grupo de niños, elegimos como muestra a los pertenecientes al Málaga C.F por accesibilidad y conveniencia, ya que fue el director de la escuela deportiva del Málaga C.F (D. Ben Barek) el primero que respondió favorablemente para incluir a su escuela en el estudio.

Por otro lado, no encontramos diferencias entre las horas de entrenamiento que le dedica esta entidad comparadas con otras que valoramos<sup>163,164,165,166</sup>. Sabíamos de la dificultad de encontrar niños sanos que no practicaran deporte, pero tampoco era nuestra intención, sino que nuestra idea era comparar niños sanos que practicaban actividad deportiva dentro de su currículum escolar con otros que además lo hacían de forma habitual y controlada, concretamente mediante la práctica de fútbol a través de entidades federadas.

Como grupo control, teníamos que escoger a niños que no practicaran fútbol de forma regular y controlada. Se eligió como muestra de esta población a niños del colegio El Romeral pues fueron los primeros en mostrar interés en participar en el estudio a través de su director (D. Estanislao Camacho).

Somos conocedores de los posibles sesgos de selección que podemos haber incurrido porque se realizó un muestreo de conveniencia en un solo colegio y en una

sola entidad deportiva. Sin embargo, no tenemos elementos, a priori, para pensar, que las variables a estudio puedan ser diferentes en el colegio que se seleccionó con el resto de la población de Málaga para esa misma edad.

#### *5.1.-Criterios de inclusión / exclusión:*

Inicialmente se mandó la carta de participación a todos los niños de la escuela deportiva del Málaga CF, según el listado facilitado por dicha entidad: 137 niños. Se recibió respuesta en 127 niños (92,8%), teniendo una tasa de no respuesta en un 7,2% (10 niños), de los cuales 5 de ellos no firmaron la participación, 3 estaban de baja del equipo en el momento de recibir la carta de participación, 2 estaban en residencia deportiva sin sus padres, lo que nos deja una tasa real de no participación del 3,6%. Se les realizó la prueba a 123 niños (96,8%). A los 4 restantes no se le realizó por encontrarse de baja del equipo.

La tasa de respuesta que obtuvimos del 92,8% nos pareció muy por encima de nuestras expectativas iniciales. Como justificación a la misma podemos pensar que se trata de una población motivada, niños que voluntariamente invierten su tiempo extra en algo que les gusta. Sus entrenadores podían ver con buenos ojos el hecho de que a sus jugadores se les realizara una prueba de capacidad pulmonar. Igualmente nos parece que influyó positivamente el hecho que los test se realizasen en el mismo lugar donde se realiza la actividad deportiva sin precisar de desplazamiento adicional del niño ni de sus responsables.

También se les mandó la carta de participación a todos los niños escolarizados en el colegio El Romeral, entre los cursos primero de educación primaria y cuarto de educación secundaria, según el listado facilitado por el director del centro educativo. 634 niños. Se recibió respuesta positiva para la participación en 330 niños (52,1%), teniendo una tasa de no respuesta del 47,9%, desconociéndose el motivo por el cual no quisieron ser incluidos en el estudio. Al contacto con los profesores y preguntados por la explicación de la tasa de no respondedores por si tenían alguna característica especial, negaron que inicialmente esos niños fuesen diferentes en cuanto a maduración física o intelectual, con respecto a los que si desearon ser incluidos en el estudio. Se les realizó la prueba a 329 niños (99,6%), no encontrándose presente en las dos ocasiones que se le llamó un único sujeto.

Comparada con la experiencia del Málaga CF, la tasa de respuesta que obtuvimos inicialmente nos pareció baja. Consultado la bibliografía vimos como tasas del 15-20% son consideradas buenas cuando se tratan de correos electrónicos por ejemplo. En cambio las encuestas personales, bien en domicilios o en centros

comerciales suelen ser algo más del 80%. Las encuestas telefónicas suelen estar entre el 60-80%. Las encuestas por correos suelen tener una menor tasa de respuestas, alrededor del 15%<sup>167</sup>. Teniendo esto en cuenta nos pareció razonable la tasa de respuesta del 52,1%, siendo similar a la tasa de respuesta que se encontró en el estudio de Marion Piñeros y Constanza Pardo<sup>168</sup>.

No realizamos análisis de la no respuesta, 4 niños del Málaga CF y 1 del Colegio El Romeral, por ser muy pequeña la cantidad de sujetos. Pensamos que esa pequeña tasa de no respuesta no hubiera podido influir en los resultados del estudio, incluso poniéndonos en el caso más desfavorable.

Se aplicaron los criterios de exclusión:

1.- Edad igual o mayor a 14 años; 6 niños (4,8%) de la escuela deportiva del Málaga CF y 60 (18,2%) del colegio El Romeral.

2.- Uso de medicación en las 48 horas anteriores a la realización de la prueba; 11 niños (3,3%) del grupo control no son incluidos en el estudio<sup>117</sup>.

3.- Realización de mala técnica: 1 niño en el grupo intervención, Málaga CF (0,8%) y 3 (0,9%) en el grupo control, colegio El Romeral.

4.- Intervención quirúrgica: sólo tenemos un niño (0,3%), en el grupo control, con antecedente de intervención quirúrgica que afecte a la capacidad pulmonar<sup>169</sup>.

Finalizados los criterios de exclusión nos quedamos con un total de 368 niños, 116 en el grupo intervención y 252 en el grupo control. Para una mayor comparabilidad de los grupos y evitar un sesgo debido a la diferente pirámide poblacional por edad, se realizó un muestreo aleatorio, en el grupo romeral, para obtener el mismo número de niños, por edad, en los 2 grupos. De forma que de los 252 niños del grupo Romeral se realizó un muestreo estratificado por edad:

Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)			Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
El Romeral		6	25	9,9	9,9	9,9
		7	40	15,9	15,9	25,8
		8	33	13,1	13,1	38,9
		9	28	11,1	11,1	50,0
		10	43	17,1	17,1	67,1
		11	28	11,1	11,1	78,2
		12	30	11,9	11,9	90,1
		13	25	9,9	9,9	100,0
		Total	252	100,0	100,0	
Málaga CF		6	1	,9	,9	,9
		7	7	6,0	6,0	6,9
		8	14	12,1	12,1	19,0
		9	18	15,5	15,5	34,5
		10	16	13,8	13,8	48,3
		11	26	22,4	22,4	70,7
		12	17	14,7	14,7	85,3
		13	17	14,7	14,7	100,0
		Total	116	100,0	100,0	

*Antes de realizar el muestreo estratificado por edad*

Grupo al que pertenece (colegio o Málaga CF)			Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
El Romeral		6	1	,9	,9	,9
		7	7	6,0	6,0	6,9
		8	14	12,1	12,1	19,0
		9	18	15,5	15,5	34,5
		10	16	13,8	13,8	48,3
		11	26	22,4	22,4	70,7
		12	17	14,7	14,7	85,3
		13	17	14,7	14,7	100,0
		Total	116	100,0	100,0	
Málaga CF		6	1	,9	,9	,9
		7	7	6,0	6,0	6,9
		8	14	12,1	12,1	19,0
		9	18	15,5	15,5	34,5
		10	16	13,8	13,8	48,3
		11	26	22,4	22,4	70,7
		12	17	14,7	14,7	85,3
		13	17	14,7	14,7	100,0
		Total	116	100,0	100,0	

*Tras realizar el muestreo estratificado por edad*

Tras realizar el muestreo aleatorio estratificado por edad en el grupo control, el tamaño muestral global que nos quedó era suficiente para cubrir el tamaño muestral inicialmente calculado de 103 pacientes.

Para evitar la influencia que pudiera tener el realizar las pruebas fuera de su hábitat natural, o bien que se viese afectada la participación de alguna forma, todas las mediciones se hicieron bien en un aula del colegio o en las instalaciones del Málaga CF respectivamente.

Para el evitar el sesgo interobservador, fue la misma persona la encargada de realizar las mediciones en los dos grupos.

Para tratar de evitar el sesgo o variación intraobservador, al encuestador se le adiestró en el manejo del material de estudio y realizó prácticas con unos 20 niños, que no entraban en el estudio.

Igualmente para evitar sesgo de medición cada una de ellas se hacía en un mínimo de tres ocasiones, dando por más acertado el valor más elevado.

Conocedores de la posibilidad de tener sesgo de confusión, aun habiendo recogido todas las variables que habíamos considerado pueda tener influencia sobre los parámetros a estudio, se realizó un análisis estadístico multivariante, Con esto queremos detectar dicho efecto confusor, así como la presencia de interacción, y de existir cuantificarla y comprobar en qué sentido actúa.

## **B.- RESULTADOS**

### **UNIVARIANTE:**

Respecto a la edad de los niños del estudio, vimos que en la práctica del deporte controlado existe un mayor número de sujetos con edades por encima de los 10 años que por debajo. Presentan una mediana de 11 años. Resultados similares a los encontrados en la bibliografía<sup>25,130,141,142,143,149,170,171</sup>.

Fue la distribución de edad de los pertenecientes a la escuela del Málaga, la que ha marcado la edad de los sujetos de nuestro estudio. Recordamos que el muestreo no fue por edad inicialmente sino que fue la pirámide de edad de los chicos incluidos en el Málaga la que nos sirvió para elegir el mismo número, con las mismas edades, en el grupo control.

La distribución de peso en nuestros niños era asimétrica. Llama la atención la existencia de valores extremos u outliers por encima. En general hay desviación por exceso y no por defecto. La media es de 40,7 kilogramos, que para nuestra población, se encuentra dentro de los parámetros normales de la curva de crecimiento para el peso<sup>120</sup>.

Respecto a la altura, existe una menor asimetría, con valores menos dispersos. Se obtuvo una media de 145 centímetros, que al ser comparada con las curvas de normalidad de crecimiento para la altura, resultó ser compatible con la normalidad<sup>120</sup>.

La media de los percentiles del IMC fue de 57, siendo este rango de normopeso, tal y como corresponde a la clasificación del IMC de la CDC<sup>120,122,123,172</sup>.

La prevalencia de enfermedad pulmonar en nuestra población era del 9,5% y de entre ellos la inmensa mayoría (95%) pertenecía al grupo de asma / hiperreactividad bronquial. Este resultado es similar al que se encuentra en la bibliografía sobre la prevalencia de asma, que puede variar en el mundo entre un 2% y un 11,9%<sup>11</sup>.

Sobre la variable relacionada con el los antecedentes personales de intervención quirúrgica, no realizaremos ningún comentario sobre los resultados obtenidos por ser una variable usada como criterio de exclusión.

Llama la atención que solamente un 3% de la población no realiza deporte alguno y que un 15% practica más de un deporte extraescolar, aunque se aclarará mucho mejor cuando se hable del análisis bivariante, al igual que cuando hablemos del tipo de deporte que se practica, dado el sesgo que la escuela del Málaga CF produce en la muestra tomada.

Más del 80% de los niños no reconoce la práctica deportiva más de 3 días a la semana, tal y como coincide con los horarios de las escuelas deportivas<sup>163,164,165,166</sup>. El resultado obtenido de la mediana fue de 2 días, de práctica deportiva extraescolar, a la semana, posiblemente influenciado por ser éste el número de días más frecuentes en el grupo intervención. La mediana de tiempo por día que se practica deporte de de 1,5 horas. Esta cantidad de ejercicio físico se encuentra dentro de las recomendaciones de la OMS en las que aconseja una actividad física superior a 60 minutos, si es posible diaria, ya que reportará un beneficio aún mayor para la salud<sup>173</sup>.

Respecto del Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV1) absoluto, se obtuvo una media de 2,25 litros, resultados similares a los valores estimados del FEV<sub>1</sub> encontrados en otros estudios, como son los de Casan (1984)<sup>174</sup>, Quanjer (1995)<sup>175</sup> y Morato (1998)<sup>141</sup>. En cambio en otros estudios, como los de Manzke et al<sup>176</sup>, Chinn y Rona<sup>177</sup>, Sanz Ortega et al<sup>178,179</sup>, Trabelsi et al<sup>180</sup>, y Rodríguez Martínez et al<sup>143</sup>, se apreciaron resultados superiores a los encontrados en el nuestro. Posiblemente esta diferencia sea debida a que en algunos de los estudios donde se observaron valores superiores la muestra estudiada tenía un rango mayor de edad (6-16 años) que el que hemos usado.

## **BIVARIANTE SEGÚN PERTENENCIA AL GRUPO CONTROL O INTERVENCIÓN:**

Como era de esperar, los box-plot de edad son prácticamente calcados, lo que nos refuerza que la estratificación por edad fue correcta.

La diferencias observadas entre los grupos, en el número de sujetos en 1º de EP, 2º EP y 2º de ESO pueden ser explicadas porque niños con teóricamente la misma edad en años absolutos pueden estar en cursos diferentes. No se apreció diferencia estadísticamente significativa, por lo que se consideraron que los grupos son similares en este aspecto.

A la vista de los resultados del tipo de centro en el que cursan los estudios, excluidos aquellos que pertenecen al colegio El Romeral (privado), llama la atención

que la distribución de la muestra estudiada es similar a la de la bibliografía encontrada<sup>181</sup>. Hacer la salvedad que esta distribución es propia de la provincia de Málaga, extensible a Andalucía no siendo así en otras comunidades autónomas que pueden alcanzar el 50% de niños escolarizados en escuelas privadas o concertadas. También es cierto que este porcentaje puede cambiar entre municipios debido a la gran tradición educativa que algunas órdenes religiosas tiene en dichos municipios.

La diferencia de peso entre grupos es estadísticamente significativa y representa un 10% del peso medio, lo cual se nos antoja clínicamente relevante puesto que de todos son conocidas las recomendaciones internacionales en bajar entre un 5-10% del peso en la prevención de un posterior desarrollo de obesidad<sup>182</sup>. Una de las explicaciones a esta diferencia puede ser que la práctica deportiva de fútbol en el grupo intervención se realiza de una forma regular y controlada, es decir, con una determinada intensidad bajo supervisión de personal formado. Otro razonamiento lógico sería pensar que en un deporte como el fútbol, en el que prima la técnica y la velocidad, los más livianos tendrían más posibilidad de practicarlo.

A diferencia del peso, la altura no parece que juegue un papel diferenciador entre los grupos.

De las dos ideas anteriores se desprende que el valor del IMC también es diferente, siendo menor en el grupo de niños pertenecientes a la escuela deportiva. Se aprecia una diferencia del 20%.

Inicialmente nos llamó la atención de una prevalencia del 30% de niños que se considera como obesos, según la clasificación de la CDC, dentro del subgrupo de niños que no acuden a escuelas deportivas. La bibliografía<sup>183</sup>, nos confirma que los datos obesidad y sobrepeso en población infantil son concordantes con los de la población infantil española, similares a los de Malta, Gibraltar o Sicilia, lugares con la mayor prevalencia de obesidad y sobrepeso en edad escolar.

Los datos sobre el IMC que arrojan los niños correspondientes al grupo de la escuela deportiva, son más propios de población infantil de países como Alemania, Dinamarca u Holanda, lugares con la menor prevalencia de obesidad y sobrepeso en Europa.

Respecto a la distribución y prevalencia de las intervenciones quirúrgicas, al no ser objetivo de nuestro trabajo, nos hemos limitado a exponerla y utilizarla como factores excluyentes cuando lo entendimos necesario. Comentar que las intervenciones más frecuentes fueron las de otorrinolaringología.

Respecto a la realización de actividad deportiva extraescolar, era más que esperable el resultado del 100% de los niños del Málaga CF. Lo que si llama la atención es la cifra del 94% en el grupo de niños escolarizados en el grupo control<sup>184</sup>.



Esta cifra es similar al 90% que recoge el observatorio andaluz del deporte, en sus cifras para la provincia de Málaga

Igualmente llama la atención que los niños que practican deporte controlado, lo hagan de forma casi exclusiva, no realizando otro tipo de deporte. Observándose una diferencia en el grupo de niños control, que tienden a practicar más de un deporte, donde el fútbol también sigue siendo el deporte mayoritario.

La presencia de deportes teóricamente minoritarios (equitación, esquí, hockey, golf, esgrima...) podría ser explicada por el tipo de colegio seleccionado para este estudio, minoritario dentro del colectivo malagueño<sup>181</sup>.

Comentar también que el número de horas por semana en ambos grupos son similares, con una mediana de 3 horas, cierto que por debajo de la recomendación de la OMS de 5 horas por semana<sup>173</sup>. Si bien la distribución diaria es algo diferente en los grupos, siendo más prolongadas las jornadas deportivas en los niños de la Málaga CF. Probablemente se trate de un tema de un mejor aprovechamiento de las instalaciones y desplazamientos de los jugadores.

En aquellos niños en los que el resultado de su FEV<sub>1</sub> era menor del 80%, se les mandó una carta de recomendación para ser valorado nuevamente por su pediatra. Se apreció una distribución similar, de esta característica, en ambos grupos.

## **BIVARIANTE DEL FEV<sub>1</sub> ABSOLUTO EN RELACION CON OTRAS VARIABLES:**

El objetivo fundamental del estudio de esta variable era doble.

Por un lado, queríamos identificar aquellas variables independientes que tanto según la bibliografía como nuestro propio juicio, pudiesen explicar el FEV<sub>1</sub> para construir finalmente un modelo matemático predictor de dicho FEV<sub>1</sub>. Esto lo desarrollaremos en el apartado del análisis multivariante.

Por otro lado, era ver si encontrábamos diferencias en su valor entre los dos grupos de población que estudiamos. Este apartado es el que vamos a desarrollar a continuación.

Nos encontramos con una gran correlación entre FEV<sub>1</sub> y edad, de forma que ésta sola era capaz de explicar casi el 60% del valor del FEV<sub>1</sub>. Dato que concuerda con lo encontrado en la bibliografía, aunque un poco inferior, donde se aprecia un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) del 72% en el estudio de Morato Rodríguez<sup>141</sup>.

Esa correlación fue aún mayor cuando analizamos la altura, llegando ella sola a explicar casi el 80% del FEV<sub>1</sub>, dato que nos parece sorprendente, pero también descrito en la bibliografía estudiada<sup>141</sup>. Esto nos llega a comprender la existencia de

espirómetros en los cuales sólo metiendo el género, edad y la altura puedan atreverse a dar un valor del FEV<sub>1</sub> sin contar con otras variables, como es caso del Vitalograph COPD-6, que hemos usado en nuestro estudio.

Vemos cómo el peso tiene una influencia menor que la altura y mayor que la edad, explica por sí sola un 67% del FEV<sub>1</sub>, un 10% menos de lo encontrado en la bibliografía<sup>141</sup>.

El análisis multivariante que incluya al menos estas tres variables principales (edad, altura y peso) nos dará una mejor aproximación de la ponderación que tiene cada una de ellas en el resultado final del FEV<sub>1</sub>.

Siguiendo con el comentario acerca del peso y su variable relacionada con el índice de masa corporal (IMC), vemos cómo el ser normopeso, sobrepeso u obeso, tiene escasa influencia en el resultado final del FEV<sub>1</sub>. Según la bibliografía consultada<sup>185</sup>, a pesar de que pareciera que tanto el FEV<sub>1</sub> y la FVC disminuirían precozmente con la obesidad, su cociente (FEV<sub>1</sub> /FVC) no se vería alterado<sup>186,187</sup>. Sin embargo, investigaciones recientes han señalado que en grupos de sujetos obesos, la circunferencia abdominal sí estaría inversamente relacionada con el cociente FEV<sub>1</sub> /FVC, pero no así el IMC<sup>188</sup>. Por otra parte, otros autores<sup>189</sup> sí han visto que el cociente FEV<sub>1</sub> /FVC está reducido en sujetos con obesidad mórbida (IMC 40-55 kg.m-2).

No encontramos influencia sobre el resultado del FEV<sub>1</sub>, de variables que a priori, un clínico podría pensar que influirían en ella. Estas variables fueron: el padecer o no enfermedad pulmonar y el tipo de enfermedad que padecía; el tipo de intervención (como era de esperar, pues la existencia de intervención quirúrgica que pudiese afectar al FEV<sub>1</sub>, era un criterio de exclusión).

A pesar de que no encontramos diferencias en el FEV<sub>1</sub> respecto a la práctica o no de deporte extraescolar, entendemos que este resultado ha de ser leído con mucha cautela, ya que el número de niños que resultó no realizar actividad extraescolar fue muy pequeño (7 casos de 232, un 3%), siendo muy difícil la extrapolación o inferencia de su resultado.

Un comentario se merece el tipo de deporte extraescolar que es practicado respecto al valor final del FEV<sub>1</sub>, observándose un valor superior en aquellos que practicaban baloncesto. Resultado lógico tras la anterior discusión, que reforzaba el hecho de que la variable altura era la mejor predictora del FEV<sub>1</sub>. Tan sólo queda constatar que la media de altura de este grupo de niños que practican baloncesto es superior, cosa que hicimos aunque no esté expuesto en los resultados. La media en la altura, en centímetros, del grupo que practicaba baloncesto era de 154 cm, 10

centímetros más que sus compañeros que no practicaban este deporte. Diferencia estadísticamente significativa.

Encontramos una mala correlación entre el número de horas y el valor del  $FEV_1$ , no llegando al 2%.

Para reforzar la importancia de las variables principales explicadoras del  $FEV_1$ , procedimos a analizar el valor predictivo del  $FEV_1$  corregido por las variables (edad y altura). En principio cabría no encontrar correlación.

Nuestros resultados fueron congruentes con esta hipótesis, encontrando correlaciones muy malas en el peso (0,4%), altura (2,8%) y edad (1,2%) con la  $FEV_1$  porcentual.

Tampoco encontramos influencia con el resto de variables que se estudiaron.

#### **BIVARIANTE $FEV_1$ EN FUNCION A LA PERTENENCIA AL GRUPO CONTROL O ESTUDIO:**

Teniendo en cuenta tan solamente el  $FEV_1$  absoluto, no fuimos capaces de encontrar diferencia entre los dos grupos de niños estudiados. Tampoco al tomar los valores porcentuales del  $FEV_1$ .

Dado que nuestro dispositivo nos ofrecía directamente una corrección por edad y altura, se nos planteó la duda de si existirían diferencias en función del peso de cada niño, siendo por lo tanto una variable diferenciadora entre las dos poblaciones y ver su influencia en el resultado final del  $FEV_1$ . Generamos una nueva variable corregida por peso, a partir del  $FEV_1$  porcentual. Observamos cómo había diferencia al corregir por dicha variable.

Esto concuerda con los resultados anteriores, donde se vio que existe una correlación significativa entre las variables peso y  $FEV_1$ , por lo que sería conveniente tenerla en cuenta a la hora de realizar un modelo multivariante.

Aunque existen diferencias estadísticamente significativas, clínicamente podría parecer muy relevante, porque supondría aumentar un 0,2% por cada kilogramo del peso del niño.

A la vista de estos resultados, sería difícil concluir que existe una diferencia clínicamente significativa en el valor del  $FEV_1$ , teniendo en cuenta al grupo al que pertenece.

## ANÁLISIS MULTIVARIANTE:

A la vista del mejor modelo obtenido que explica el 80% del valor de  $FEV_1$ , el cambio del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos sirve para ponderar la influencia que cada variable independiente o predictora tiene sobre el  $FEV_1$ .

Observamos la mayoritaria influencia que tiene la altura como variable predictora y que las otras dos variables que entran en el modelo, a pesar de ser estadísticamente significativas, tienen poco peso específico, de tal forma, que sea el peso o la pertenencia al grupo intervención, tan sólo sirve para mejorar en cada una de ellas en un 0,6% la predicción del resultado del  $FEV_1$ . Esta correlación de las variables edad, peso y altura concuerda con la encontrada en la bibliografía, donde tiene en cuenta las mismas variables que en nuestro estudio<sup>142</sup>.

Si nos preguntan si esas variables (peso y pertenencia al grupo intervención) son significativas en el modelo predictivo, la respuesta es sí, pero la influencia que tienen es de pequeña magnitud.

Como discusión final cabría plantearse de si la práctica de ejercicio de estas características tiene algún valor añadido a la práctica habitual de deporte extraescolar, entendido como diverso, continuado, espontáneo, sin precisar de tanto control a estas edades, ya que los niños mantienen una actividad deportiva mínima dentro de su currículum escolar.

## V. CONCLUSIÓN

No hemos encontrado un incremento del 10% en el parámetro de capacidad pulmonar  $FEV_1$  en los niños varones con edades comprendidas entre los 6 y 13 años de edad, que realizan deporte (fútbol) de forma habitual y controlada como actividad extraescolar, en comparación con niños de esa misma edad que no realizan deporte de forma controlada, como era nuestro objetivo principal.

Tan sólo hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas, de un incremento del 0,2% del  $FEV_1$  por kilogramo de peso en el grupo intervención, con una media de 40 kilogramos de peso, un 8% de media de incremento en el porcentaje del  $FEV_1$  corregido.

## **VI. BIBLIOGRAFÍA**

1. Cruz Hernández, M. 16.1 Desarrollo del aparato respiratorio Tratado de pediatría (10ª ed). Ergon. 2010. (Se dispone de autorización por escrita del editor para reproducción literal).
2. Cruz Hernández, M. 16.22 Enfermedades de la pleura. Tratado de pediatría (10ª ed). Ergon. 2010. (Se dispone de autorización por escrita del editor para reproducción literal).
3. Cruz Hernández, M. 16.3 Malformaciones broncopulmonares. Tratado de pediatría (10ª ed). Ergon. 2010. (Se dispone de autorización por escrita del editor para reproducción literal).
4. Cruz Hernández, M. 16.25 Afectación respiratoria en malformaciones de la pared torácica y enfermedades neuromusculares. Tratado de pediatría (10ª ed). Ergon. 2010. (Se dispone de autorización por escrita del editor para reproducción literal).
5. Cruz Hernández, M. 16.2 Exploración del aparato respiratorio. Tratado de pediatría (10ª ed). Ergon. 2010. (Se dispone de autorización por escrita del editor para reproducción literal).
6. Delgado-Rodríguez M, Martínez-González MA, Aguinaga I. Actividad física y salud. En: Gálvez R, Sierra A, Sáenz MC, Gómez LI, Fernández-Crehnset J, Salleras L, et al, editores. Piédrola Gil, medicina preventiva y salud pública. Barcelona: Masson, 2001; p. 935-44.
7. Martínez-González MA, Sánchez-Villegas A, Aguinaga Ontoso I. Actividad física y salud pública. En: Martínez-González MA, Guillén Grima F, editores. Estilos de vida y salud pública. Pamplona: Newbook ediciones, 1999; p. 205-13.
8. Varo Cenarruzabeitia JJ, Martínez Hernández JA, Martínez-González MA. Beneficios de la actividad física y riesgos del sedentarismo. *Med Clin (Barc)* 2003; 121(17): 665-72
9. Rodríguez Martínez C. Variabilidad de pruebas de función pulmonar en niños sanos, asmáticos y con enfermedad pulmonar crónica. *Revista colombiana de neumología*. Vol. 16 (3); 169-176.
10. *Hospital Exequiel González Cortés* ISSN 0718-3321 Neumología pediátrica.
11. Guía Española para el Manejo del Asma [Internet]. 2009 (fecha de la consulta 17 de enero 2012). Disponible en [www.gemasma.com](http://www.gemasma.com)



12. Sobradillo V, Miravittles M, Jiménez CA, Gabriel R, Viejo JL, Masa JF, et al. Estudio IBERPOC en España: prevalencia de síntomas respiratorios habituales y de limitación crónica al flujo aéreo. Arch bronconeumol. 1999; 35: 159-66.
13. Vivir mejor controlado el asma. Guía para pacientes y su entorno [Internet]. Asociación balear del asma. Sociedad Española de Neumología Pediátrica (fecha de la consulta el 15 de diciembre de 2011). Disponible en <http://www.neumoped.org>
14. Ramírez J. De qué enferman los caleños. Diario El País, Cali, 6 de mayo de 2002.
15. Clark C. The role of physical training in asthma. Casaburi R, Petty T. Principles and practice of pulmonary rehabilitation. Filadelfia: WB. Sanders Company, 1993. p 424-38.
16. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. La fisiopatología de la enfermedad pulmonar en el ejercicio., Fisiología del ejercicio. Madrid. Editorial Médica Panamericana; 1998. p 201-3.
17. Byron B, Stewart W, Lighthfoot E. Fenómenos de transporte. Transporte de interfase de varios componentes. Barcelona: Ed. Reverte; 1982. p 21.1-21.45.
18. Salta A. Exercise training in asthma. Journal of sports Medicine and Physical Fitness. 2000; 40: 277-83.
19. Roldán Aguilar E Fernández Villada J, Lopera Zapata M, Monsalve Murillo D, Ochoa Alzate D, Aristabal Londoño L. La influencia del acondicionamiento físico aeróbico en el medio acuático en la calidad de vida de un grupo de niños asmáticos. Apunts. Medicina del lésport 2006; 150: 45-50.
20. Guzmán Guzmán. Valoración Médico Deportiva: Aspectos Biopsicosociales relacionados con las Actividades Físicas y Deportivas en Niños y Adolescentes. Rev Clin Med Fam 2010; 3 (3): 192-200.
21. Gabrilo G. Pulmonary function in pubertal synchronized swimmers: 1 year follow up results and its relation to competitive achievement. Med Probl Perform Art. 2011 Mar; 26 (1):39-43.
22. Zenteno D, Puppo H, Vera R, Torres R, Kuo CH, Salinas P, Prado F. Guías de rehabilitación para niños con enfermedades respiratorias crónicas [Internet]. ISSN 0718-3321 Neumología pediátrica (fecha de la consulta el 15 de diciembre 2011). Disponible en: <http://www.neumologia-pediatria.cl>

23. Viila F, Castro AP, Pastronio AC, Santerem JM, Martins MA, Jacob CM, Carvalho CR. Aerobic capacity and skeletal muscle function in children with asthma. *Arch Dis Child* 2011. Jun; 96 (6):554-9
24. Wollin P. Lung function testing in children before and after an age-adapted SCUBA dive in a swimming pool. *Pneumologie*. 2011 May; 65(5): 308-13.
25. Winkler BE. Pulmonary function in children after open water SCUBA dives. *Int J Sports Med*. 2010 Oct; 31(10): 724-30.
26. Zebrowska A, Mankowski R. Effects of long-term exposure to air pollution on respiratory function and physical efficiency of preadolescent children. *Eur J Med Res* 2010. Nov 4; 15 Suppl 2: 224-8.
27. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA* 2002; 288: 1994-2000.
28. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002; 346: 793-801.
29. Sacco RL. Newer risk factors for stroke. *Neurology* 2001; 57(Suppl): 31-4.
30. Hu FB, Stampfer MJ, Colditz GA, Ascherio A, Rexrode KM, Willett WC, et al. Physical activity and risk of stroke in women. *JAMA* 2000;283: 2961-7.
31. Lee IM, Hennekens CH, Berger K, Buring JE, Manson JE. Exercise and risk of stroke in male physicians. *Stroke* 1999; 30: 1-6.
32. Evenson KR, Rosamond WD, Cai J, Toole JF, Hutchinson RG, Shahar E, et al. Physical activity and ischemic stroke risk. The Atherosclerosis Risk in Communities study. *Stroke* 1999; 30: 1333-9.
33. Jebb SA, Moore MS. Contribution of a sedentary lifestyle and inactivity to the etiology of overweight and obesity: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 534-41.
34. Prentice AM, Jebb SA. Obesity in Britain: gluttony or sloth? *BMJ* 1995; 311: 437-9.
35. Heini AF, Weinsier RL. Divergent trends in obesity and fat intake patterns: the American paradox. *Am J Med* 1997; 102: 259-64.

36. Varo JJ, Martínez-González MA, De Irala-Estévez J, Kearney J, Gibney M, Martínez JA. Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union. *Int J Epidemiol* 2003; 32: 138-46.
37. Martínez-González MA, Martínez JA, hu FB, Gibney MJ, Kearney J. Physical inactivity, sedentary lifestyles and obesity in the european Union. *Int J Obes* 1999; 23: 1192-201.
38. Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Serra Majem L, Ribas Barba L, Quiles Izquierdo J, Vioque J, et al. Prevalencia de la obesidad en España: resultados del estudio SEEDO 2000. *Med Clin (Barc)* 2003; 120: 608-12.
39. Sánchez-Villegas A, Martínez-González MA, Toledo E, De Irala-Estévez J, Martínez JA. Influencia del sedentarismo y el hábito de comer entre horas sobre la ganancia de peso. *Med Clin (Barc)* 2002; 119: 46-52.
40. Pérez Enríquez I, Castillo Trillo B, Criado Zofio M, Canalejo Echeverría A, Herrera Moreno C, Burgos Varo M. Alimentación y Actividad Física en Adolescentes. *Med Fam Andal* 2012; 13(1): 186.
41. Irwin ML, Yasui Y, Ulrich CM, Bowen D, Rudolph RE, Schwartz RS, et al. Effect of exercise on total an intra-abdominal body fat in postmenopausal women. A randomized controlled trial. *JAMA* 2003; 289: 323-30.
42. Timperio A, Cameron-Smith D, Burns C, salmon J, Crawford D. Physical activity beliefs and behaviors among adults attempting weight control. *Int J Obes* 2000; 24: 81-7.
43. Vuori IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(Suppl): 551-86.
44. Korpelainen R, Korpelainen J, Heikkinen J, Väänänen K, Keinänen-Kiukaanniemi S. Lifestyle factors are associated with osteoporosis in lean women but not in normal and overweight women: a populationbased cohort study of 1222 women. *Osteoporosis Int* 2003; 14: 34-43.
45. Batty GD. Physical activity and coronary heart disease in older adults. A systematic review of epidemiological studies. *Eur J Public Health* 2002; 12: 171-6.

46. Gregg EW, Cauley JA, Stone K, Thompson TJ, Bauer DC, Cummings SR, et al. Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *JAMA* 2003; 289: 2379-86.
47. Ferrucci L, Izmirlian G, Leveille S, Phillips CL, Corti MC, Brock DB, et al. Smoking, physical activity and active life expectancy. *Am J Epidemiol* 1999; 149: 645-53.
48. Leveille SG, Guralnik JM, Ferrucci L, Langlois JA. Aging successfully until death in old age: opportunities for increasing active life expectancy. *Am J Epidemiol* 1999; 149: 654-64.
49. Bijnen FC, Feskens EJ, Caspersen CJ, Nagalkerke N, Mosterd WL, Kromhout D. Baseline and previous physical activity in relation to mortality in elderly men: The Zutphen Elderly Study. *Am J Epidemiol* 1999; 150: 1289-96.
50. Carter ND, Kannus P, Khan KM. Exercise in the prevention of falls in older people: a suystematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Med* 2001; 31: 427-38.
51. Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, Devlin N. Preventing injuries in older people by preventing falls: a meta-analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 905-11.
52. Rogers ME, Rogers NL, Takeshima N, Islam MM. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Prev Med* 2003; 36: 255-64.
53. Haapanen-Niemi N, Miilunpalo S, Pasanen M, Oja P. The impact of smoking, alcohol consumption, and physical activity on the use of hospital services. *Am J Public Health* 1999; 89: 691-8.
54. Vallejo Cañete V, Pérez Vidal L, Ramírez Aliaga M, Xia Ye S, Muñoz Cobos F, Cuenca del Moral R. Prevención de caídas en personas mayores mediante la práctica del Tai-Chi. *Med Fam Andal* 2010; 11(2): 108.
55. Jurado JM, Pérez M, Ortega JA. *Oncología Clínica Básica para Atención Primaria. D-estante*. 2012.
56. Danaei G, Vander Hoorn S, López AD, et al. Causes of cancer in the world: comparative risk assessment of nine behavioural and environmental risk factors. *Lancet* 2005; 366: 1784.

57. Boyle P, Autier P, Bartelink H and cols: European Code Against Cancer and scientific justification: third version (2003). *Ann Oncol* 2003; 14: 973-1005.
58. Dallal CM, Sullivan-Halley J, Ross RK, et al. Long-term recreational physical activity and risk of invasive and in situ breast cancer: the California teachers study. *Arch Intern Med* 2007; 167: 408.
59. Cronin KA, Krebs-Smith SM, Feuer EJ, Troiano RP, Ballard-Barbash R. Evaluating the impact of population changes in diet, physical activity, and weight status on population risk for colon cancer (United States). *Cancer Causes Control* 2001; 12: 305-16.
60. Thune I, Furberg AS. Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(Suppl): 530-50.
61. Mattila R, Malmivaara A, Kastarinen M, Kivela SL, Nissinen A. Effectiveness of multidisciplinary intervention for hypertension: a randomised controlled trial. *J Hum Hypertens* 2003; 17: 199-205.
62. Writing group of the PREMIER Collaborative Research Group. Effects of comprehensive lifestyle modification on blood pressure control. *JAMA* 2003; 289: 2083-93.
63. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med* 2002; 136: 493-503.
64. Cook NR, Cohen J, Hebert PR, Taylor JO, Hennekens CH. Implications of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention. *Arch Intern Med* 1995; 155: 01-9.
65. D'Agostino RB. General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2008 Feb 12; 117(6):743-53. Epub 2008 Jan 22.
66. Duncan GE, Perri MG, Theriaque DW, Hutson AD, Eckel RH, Stacpoole PW. Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. *Diabetes Care* 2003; 26: 557-62.
67. Hu FB, Li TY, Colditz GA, Willett WC, Manson JE. Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. *JAMA* 2003; 289: 1785-91.

68. Hays LM, Clark DO. Correlates of physical activity in a sample of older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 1999; 22: 706-12.
69. Van Dam RM, Schuit AJ, Feskens EJM, Seidell JC, Kromhout D. Physical activity and glucose tolerance in elderly men: the Zutphen Elderly study. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1132-6.
70. Kirk A, Mutrie N, McIntyre P, Fisher M. Increasing physical activity in people with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003; 26: 1186-92.
71. Fox KR. The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutr* 1999; 2: 411-8.
72. Dunn AL, Trivedi MH, O'Neal HA. Physical activity dose-response effect on outcomes of depression and anxiety. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(Suppl):587-97 24.
- Jiménez M, Martínez P, Miró E, Sánchez A. Bienestar psicológico y hábitos saludables: ¿están asociados a la práctica de ejercicio físico? *Int J Clin Health Psychol*, Vol. 8, Nº 1, 185-202.
73. Puppo H. Rehabilitación respiratoria en pediatría [Internet] (fecha de la consulta 15 de diciembre 2011) Disponible en <http://www.neumologia-pediatrica.cl>
74. Fox KR. The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutr* 1999; 2: 411-8.
75. Lindsay J, Laurin D, Verreault R, Hébert R, Helliwell B, Hill GB, et al. Risk Factors for Alzheimer's disease: a prospective analysis from the Canadian study of Health and Aging. *Am J Epidemiol* 2002; 156: 445-53.
76. García-Herrera Pérez-Bryan JM, Nogueras Morillas EV, Muñoz Cobos F, Morales Asencio JM. Guía de Práctica Clínica para el tratamiento de la depresión en Atención Primaria. Distrito Sanitario Málaga-UGC Salud Mental Hospital regional Universitario "Carlos Haya". Málaga 2011.
77. Guzmán Gúzman R.E. Valoración Médico Deportiva: Aspectos Biopsicosociales relacionados con las Actividades Físicas y Deportivas en Niños y Adolescentes. *Rev Clin Med Fam* 2010; 3(3): 192-200.
78. Kobashigawa JA, Leaf DA, Lee N, Gleeson MP, Liu H, Hamilton MA, et al. A controlled trial of exercise rehabilitation after heart transplantation. *N Engl J Med* 1999; 340: 272-7.

79. Plaza Pérez I. Estado actual de los programas de prevención secundaria y rehabilitación cardiaca en España. *Rev Esp Cardiol* 2003; 56(8): 757-60.
80. WHO Regional Office for Europe. Needs and action priorities in cardiac rehabilitation and secondary prevention in patients with coronary artery disease. Report on two WHO Consultations, EUR/HFA Target 9. Copenhagen, 1993.
81. Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, Purcaro A. Randomized controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation* 1999; 99: 1173-82.
82. Grupo de Trabajo de Diagnostico y Tratamiento de la Insuficiencia Cardiaca Aguda y Cronica 2012 de la Sociedad Europea de Cardiologia. Elaborada en colaboracion con la Asociacion de Insuficiencia Cardiaca (ICA) de la ESC. Guía de practica clinica de la ESC sobre diagnostico y tratamiento de la insuficiencia cardiaca aguda y cronica 2012. *Rev Esp Cardiol*. 2012; 65(10): 938.e1-e59.
83. American Thoracic Society, European Respiratory Society. ATS/ERS statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 1390-1413.
84. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, Make B, Rochester CL, Zuwallack R, Herrerias C. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2007; 131(5 suppl): 4S-42S.
85. Turchetta A, Salerno T, Lucidi V, Libera F. Usefulness of a program of hospital supervised physical training in patients with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 2004; 38: 115-118.
86. Foster S, Thomas HM 3<sup>rd</sup>. Pulmonary Rehabilitations in lung disease other than chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141: 601-604
87. Colt HG, Ries AL, Brewer N, Moser K. Analysis of chronic obstructive pulmonary disease referrals for lung volume reduction surgery. *J Cardiopulm Rehabil* 1997; 17: 248-252.
88. Craven JL, Bright J, Dear CL. Psychiatric, psychosocial and rehabilitative aspects of lung transplantation. *Clin Chest Med* 1990; 11: 247-257.

89. Orenstein DM, Hovell MF, Mulvihill M, Keating KK, Hofstetter CR, Kelsey S, Morris K, Nixon PA. Strength vs aerobic training in children with cystic fibrosis: a randomized controlled trial. *Chest* 2004; 126: 1204-14.
90. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fundamento de la fisiología del ejercicio*. McGraw-Hill. Interamericana, 2004.
91. Finder JD, Birnkrant D, Carl J, Farber HJ, Gozal D, Lannaccone ST, Kovesi T, Kravitz RM, Panitch H, Schramm C, Schroth M, Sharma G, Sievers L, Silvestri JM, Sterni L. American Thoracic Society. Respiratory Care of the Patient with Duchenne Muscular Dystrophy: ATS Consensus Statement. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 170: 456-465.
92. Thomas J, Cook DJ, Brooks D. Chest physical therapy management of patients with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151: 846-850.
93. O'Donnell DE, Sani R, Anthonisen NR, Younes M. Effect of dynamic airway compression on breathing pattern and respiratory sensation in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 912-8.
94. Marín JM, Carrizo SJ, Gascón M, Sánchez A, Gallego B, Celli BR. Inspiratory capacity, dynamic hyperinflation, breathlessness, and exercise performance during the 6-minutes-walk test in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 1395-9.
95. Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RSY, Cooper C. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 1541-51.
96. Ruiz de Oña Lacasta JM, García de Pedro J, Puente Maestu L, Llorente Iñigo D, Celdrán Gil J, Cubillo Marcos JM. Efectos del entrenamiento muscular sobre el patrón ventilatorio en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica grave. *Arch Bronconeumol*. 2004; 40: 20-3
97. ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. Pulmonary rehabilitation. Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Guidelines. *Chest* 1997; 112: 1363-96.
98. Lacasse Y, Guyatt GH, Goldstein R. The components of a respiratory rehabilitation program. A systematic overview. *Chest* 1997; 111: 1077-88.



99. Más de 400 personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica participan en el programa de Rehabilitación Respiratoria del Hospital Regional de Málaga [Internet]. 2011. Hospital Regional de Málaga. [Consulta el 25 mayo 2012]. Disponible en: <http://www.hospitalregionaldemalaga.es/NoticiasyEventos/SaladePrensa/tabid/123/ctl/ArticleView/mid/638/articleId/196/categoryId/18/Mas-de-400-personas-con-enfermedad-pulmonar-obstructiva-cronica-participan-en-el-Programa-de-Rehabilitacion-Respiratoria-del-Hospital-Regional-de-Malaga.aspx>
100. Grange RW, Call JA. Recommendations to define exercise prescription for Duchenne muscular dystrophy. *Exerc Sport Sci Rev* 2007; 35: 12-7.
101. Shields N, Taylor N, Ferhall B. A study protocol of randomized controlled trial to investigate if a community based strength training programme improves work task performance in young adults with Down Syndrome. *Pediatrics* 2010; 10: 17.
102. Burghardt A, Ulrich D, Angulo-Barroso R. Physical activity and walking onset in infants with Down Syndrome. *Adapted Physical Activity Quarterly* 2010; 27: 1-16.
103. Lewis C, Fragala-Pinkham M. Effects of aerobic conditioning and strength training on a child with down syndrome: a case study. *Pediatr Phys Ther* 2005; 17: 30-6.
104. Whitt-Glover M, O'Neill K, Stettler N. Physical activity patterns in children with and without Down Syndrome. *Pediatr Rehabil* 2006; 9: 158-64.
105. Tsimaras V y cols. Jog-walk training in cardiorespiratory fitness of adults with Down Syndrome. *Percept Mot Skills* 2003; 96: 1239-51.
106. Ordoñez FJ, Rosety M, Rosety-Rodríguez M. Influence of 12-week exercise training on fat mass in adolescents with Down Syndrome. *Med sci Monit* 2006; 12: 416-9.
107. Peetsold MG, Heij HA, Kneepkens CM, Nagelkerke AF, Huisman J, Gemke RJB. The long-term follow-up of patients with a congenital diaphragmatic hernia: a broad spectrum of morbidity. *Pediatr Surg Int* 2009; 25: 1-17.
108. Arena F, Baldari S, Centorrino A, Calabro MP, Pajino G, Arena S, Ando F, Zuccarello B, Romeo G. Mid- and long-term effects on pulmonary perfusion, anatomy and diaphragmatic motility in survivors of congenital diaphragmatic hernia. *Pediatr Surg Int* 2005; 21: 954-959.

109. Attilio Turchetta, Danilo Fintini, Giulia Cafiero, Armando Calzolari, Ugo Giordano, Renato Cutrera, Francesco Morini, Annabella Braguglia, and Pietro Bagolan. Physical Activity, Fitness, and Dyspnea Perception in Children With Congenital Diaphragmatic Hernia. *Pediatr Pulmonol*. 2011; 46: 1000–1006.
110. Turchetta A. Physical activity, fitness, and dyspnea perception in children with congenital diaphragmatic hernia. *Pediatric pulmonology* 46: 1000-1006 (2011).
111. Bar-Or O. *Pediatric sport medicine for the practitioner*. New York: Springer-Verlag; 1983, pp 50–51.
112. Solache-Carranco A, Sánchez-Bringas M. Evaluación de un programa de rehabilitación respiratoria en niños con escoliosis. *Cir Cir* 2012; 80: 11-17.
113. Gregg EW, Cauley JA, Stone K, Thompson TJ, Bauer DC, Cummings SR, et al. Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *JAMA* 2003; 289: 2379-86.
114. Ferrucci L, Izmirlian G, Leveille S, Phillips CL, Corti MC, Brock DB, et al. Smoking, physical activity and active life expectancy. *Am J Epidemiol* 1999; 149: 645-53.
115. Moya Mir, M. Exploraciones complementarias útiles en las urgencias neumológicas. Habilidades en el manejo de las urgencias neumológicas. Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias. 2010. P 107-18.
116. Exploraciones complementarias útiles en las urgencias neumológicas. Capítulo 12. Espirometría. Pag 107-118. 2010.
117. García-Río F et al. Espirometría. Normativa SEPAR. *Arch Bronconeumol*.2013; 49: 388-401.
118. Miravittles M, Calle M, Soler-Cataluña JJ. Fenotipos clínicos de la EPOC. Identificación, definición e implicaciones para las guías de tratamiento. *Arch Bronconeumol*.2012; 48: 86-98.
119. Puente Maestú L, García de Pedro J. Las pruebas funcionales respiratorias en las decisiones clínicas *Arch Bronconeumol*.2012; 48: 161-9
120. Sociedad Española de Gastroenterología, hepatología y nutrición pediátrica [Internet]. [Consulta el 3 marzo 2015]. Disponible en: <https://www.gastroinf.es/nutricional/>

121. Hernández et al. Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal). Fundación Faustino Orbegoza Eizaguirre. Bilbao. 2011.
122. Centro para el control y prevención de enfermedades [Internet]. [Consulta el 15 mayo 2015]. Disponible en:  
[http://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/childrens\\_bmi/acerca\\_indice\\_masa\\_corporal\\_ninos\\_adolescentes.html](http://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/childrens_bmi/acerca_indice_masa_corporal_ninos_adolescentes.html)
123. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition* 2002; 75:97–985.
124. Botella-Rocamora, P. Alacreu-García, M, Martínez-Benito, M.A. Apuntes de estadística en ciencias de la salud. Universidad Cardenal Herrera.
125. Estadística y probabilidades [internet]. Perú. 2009. [Consulta el 13 marzo 2014]. Disponible en: <http://curso-estadistica-probabilidades.blogspot.com.es/2009/10/diagrama-de-caja-o-boxplot.html>
126. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. [Internet]. [Consulta el 13 marzo 2014]. Disponible en: <http://personal.us.es/vararey/adatos2/correlacion.pdf>
127. Helami H. Estadística descriptiva. [Internet]. [Consulta el 13 marzo 2014]. Disponible en: <http://www.jaumesesc.cat/arxiu/primer/estad.pdf>
128. Epidemiología y estadística. Manual CTO. 6ª ed.
129. Acuña, Edgar. Estadística aplicada. Pruebas no paramétricas. Capítulo 11. Universidad de Puerto Rico.
130. Basaran S. Effects of physical exercise on quality of life, exercise capacity and pulmonary function in children with asthma. *J Rehabil Med*. 2006 Mar; 38(2): 130-5.
131. Rothe T. Controlled study of the effect of sports training on cardiopulmonary functions in asthmatic children and adolescents. *Pneumologie*. 1990 Sep; 44(9): 1110-4.
132. Fanelli A. exercise training on disease control and quiality of life in asthmatic children. *Med Sci Sports Exerc*. 2007 Sep; 39(9): 1474-80.

133. Crosbie A. The effect of physical training in children with asthma on pulmonary function, aerobic capacity and health-related quality of life: a systematic review of randomized control trials. *Pediatr Exerc Sci*. 2012 Aug; 24(3): 472-89.
134. Eichenberger PA. Effects of exercise training on airway hyperreactivity in asthma: a systematic review and metaanalysis. *Sports Med*. 2013 Nov; 43(11):1157-70.
135. Van Leeuwen JC. Monitoring pulmonary function during exercise in children with asthma. *Pediatrics*. October 2012, Vol 130: Issue Supple 1.
136. Villa F. Aerobic capacity and skeletal muscle function in children with asthma. *Arch Dis Child*. 2011 Jun; 96(6): 554-9.
137. Peetsold MG. Pulmonary function and exercise testing in adult survivors of congenital diaphragmatic hernia. *Pediatr Pulmonol*. 2007 Apr; 42(4): 325-31.
138. Barrios C. Significant ventilatory functional restriction in adolescents with mild or moderate scoliosis during maximal exercise tolerance test. *Spine (Philla Pa 1976)*. 2005 Jul 15; 30(14): 1610-5.
139. Strasser B. Effects of resistance training on respiratory function in patients with chronic obstructive pulmonary disease:a systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath*. 2013 Mar; 17(1): 217-26.
140. John M. Daily walking intensity as a predictor of quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Med sci Sports Exerc*. 2012 Jul; 44(7): 1212-8.
141. Morato Rodríguez y cols. Valores espirométricos en niños sanos de un área urbana de la Comunidad Autónoma Vasca. *Anales españoles de pediatría*. Vol. 51 N°1, 1999.
142. González Barcala FJ et al. Valores de referencia de función respiratoria en niños y adolescentes (6-18 años) de Galicia. *Arch Bronconeumol*. 2008; 44(6): 295-302.
143. Rodríguez MC y cols. Valores de referencia de espirometría en niños y adolescentes sanos en la ciudad de Bogotá. *Rev Colomb Neumol*. Volumen 17 N°3. 2005.
144. Doherty M. Comparison of lung volumen in Greek swimmers, land based athletes, and sedentary controls using allometric scaling. *Br J Sports Med*. 1997 Dec; 31(4): 337-41.

145. Bougault V. The respiratory health of swimmers. *Sports Med.* 2009; 39(4): 295-312.
146. Scott AC. Aerobic exercise physiology in a professional rugby union team. *Int J Cardiol.* 2003 Feb; 87(2-3): 173-7. 71.
147. Hühnerbein J. Judo in a training group for children with asthma. *Kinderarztl Prax.* 1993 Oct; 61(7-8): 264-8.
148. Elovainio R. A five year follow-up study on cardiorespiratory function in adolescent elite endurance runners. *Acta Paediatr Scand.* 1983 May; 72(3): 351-6.
149. Vaccaro P. Cardiorespiratory alterations in 9 to 11 years old children following a season of competitive swimming. *Med Sci Sports.* 1978 Fall; 10(3): 204-7.
150. Prakash S. Athletes, yogis and individuals with sedentary lifestyles; do their lung functions differ?. *Indian j Physiol Pharmacol.* 2007 Jan-Mar; 51(1): 76-80.
151. Galanis N. Forced expiratory volumen in one second and peak expiratory flow rate values in non-professional male tennis players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006 Mar; 46(1): 128-31.
152. Lemaître F. Ventilatory function in experienced recreational scuba divers: evidence of small airways disease? *Int J Sports Med.* 2006 Nov; 27(11): 875-9.
153. C. Ondolo et al. Nasal and lung function in competitive swimmers. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2009; 29: 137-143.
154. Richard P. Evolution of the ventilatory function of profesional divers over 10 years. *Undersea Hyperb Med.* 2013 Jul-Aug; 40(4): 339-43.
155. Dunham C. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *Eur J Appl Physiol.* 2012 Aug; 112(8): 3061-8.
156. Azboy O. Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise. *Acta Physiol Hung.* 2009 Mar; 96(1): 29-36.
157. Sharma S. spirometry and respiratory muscle function during ascent to higher altitudes. *Lung.* 2007 Mar-Apr; 185(2): 113-21.
158. Medelli J. Testing of pulmonary function in a professional cycling team. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006 Jun; 46(2): 298-306.

159. Sable M. Comparative study of lung functions in swimmers and runners. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2012 Jan-Mar ;56(1): 100-4.
160. Andrés A. Espirometría en el niño colaborador. *An Pediatr Contin.* 2005; 3(3): 181-6.
161. García A. Espirometría básica en atención primaria. V reunión anual de la sociedad asturiana de pediatría de atención primaria. 2006.
162. Real Federación Andaluza de Fútbol. [Internet]. [Consulta el 15 octubre 2015]. Disponible en:  
<http://www.501st.com/members/displaymemberdetails.php?userID=19461>
163. Málaga Club de Fútbol. [Internet]. [Consulta el 15 octubre 2015]. Disponible en:  
<http://www.malagacf.com/academia/categorias-inferiores>
164. Centro de Deportes El Palo. [Internet]. [Consulta el 15 octubre 2015]. Disponible en: <http://www.cdelpalo.com/el-club/horarios-2/>
165. Escuela deportiva de Puerta Blanca. [Internet]. [Consulta el 15 octubre 2015]. Disponible en: <http://puertablanca.com/>
166. Unión Deportiva Mortadelo. [Internet]. [Consulta el 15 octubre 2015]. Disponible en: <http://www.udmortadelo.es/>
167. Naresh K. Malhotra, José Francisco Javier Dávila Martínez, Magda Elizabeth Treviño Rosales. *Investigación de Mercados.* 4ª ed. México. Editorial Universidades. 2004.
168. Piñeros M y Pardo C. Actividad física en adolescentes de cinco ciudades colombianas: resultados de la Encuesta Mundial de Salud a Escolares. *Rev. salud pública.* 2010.12 (6): 903-914.
169. JL. Bravo Bravo, F. Heras Gómez, F. González Aragonese, JJ. Rivas de Andrés. Factores de riesgo *Arch Bronconeumol.*2004; 40 Supl 5: 38-44.
170. Vajda I. Effects of 3 hours a week of physical activity on body fat and cardio-respiratory parameters in obese boys. *Acta Physiol Hung.* 2007 Sep; 94(3): 191-8.
171. Mattiello R. Functional capacity assessment in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans. *J Pediatr (Rio J).* 2008 Jul-Aug; 84(4): 337-43.

172. Ferraro KF, Thorpe RJ Jr, Wilkinson JA. The life course of severe obesity: does childhood overweight matter? *Journal of Gerontology: Social Sciences* 2003; 58B(2): S110–S119.
173. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Organización Mundial de la Salud [Internet]. [Consulta el 15 octubre 2015]. Disponible en: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recomendations/es/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recomendations/es/)
174. Casan P. Valores espirométricos de referencia para niños y adolescentes sanos. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona 1984.
175. Quanjer PhH, Bossboom GJJM, Brunekreet B et al. Spirometric reference values for White European children and adolescents: Polgar revised. *Pediatr Pulmonol* 1995; 19: 135-142.
176. Manzke H, Stadlober E, Schellauf HP. Combined body plethysmographic, spirometric and flow volumen reference values for male and female children aged 6 to 16 years obtained from “hospital normals”. *Eur J Pediatr*. 2001; 160: 300-6.
177. Chinn S, Rona RJ. Height and age adjustment for cross sectional studies of lung function in children aged 6-11 years. *Thorax*. 1992; 47: 707-14.
178. Sanz Ortega J, Martorell Aragonés A, Álvarez Ángel A, Bermudez Edo JD, Carrasco Moreno JI, Sainz Rodríguez R, et al. Estudio de la función pulmonar basal (FCV, FEV1) en una población infantil de referencia. *An esp Pediatr*. 1990; 32: 507-12.
179. Sanz Ortega J, Martorell Aragonés A, Álvarez Ángel A, Bermudez Edo JD, Carrasco Moreno JI, Sainz Rodríguez R, et al. Estandarización de la espirometría forzada. Análisis de la función pulmonar basal (PEF, FEF25-75, FEF50) en una población infantil de referencia. *An esp Pediatr*. 1990; 32: 499-506.
180. Trabelsi Y, Ben Saad H, Tabka Z, Gharbi N, Bouchez Buvry A, Richalet JP, et al. Spirometric reference values in Tunisian children. *Respiration*. 2004; 71: 511-8.
181. La concertada ahorra la mitad del presupuesto a la Junta. [Internet]. Artículo de la Opinión de Málaga. [Consulta el 1 octubre 2015]. Disponible en: <http://www.laopiniondemalaga.es/malaga/2012/01/16/concertada-ahorra-mitad-presupuesto-junta/477269.html>

182. ¿Cómo se tratan el sobrepeso y la obesidad? [Internet]. National Heart, Lung, and Blood Institute. September 26, 2012. [Consulta el 13 febrero 2013]. Disponible en: <http://www.nhlbi.nih.gov/health-spanish/health-topics/temas/obe/treatment>
183. Plan Integral de Obesidad Infantil de Andalucía 2007-2012. Capítulo 2. Análisis de la situación [Internet]. [Consulta el 15 octubre 2015]. Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c\\_1\\_c\\_6\\_planes\\_estrategias/plan\\_obesidad\\_infantil/02\\_analisis\\_situacion.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c_1_c_6_planes_estrategias/plan_obesidad_infantil/02_analisis_situacion.pdf)
184. Observatorio del deporte Andaluz. Málaga. Junta de Andalucía [Internet]. [Consulta el 15 octubre 2015]. Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/ctcd-docs/stat\\_deporte/670\\_950\\_malaga.resul+relev.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/ctcd-docs/stat_deporte/670_950_malaga.resul+relev.pdf)
185. Carlos Carpio y cols. Función pulmonar y obesidad Nutr Hosp. 2014; 30(5): 1054-1062.
186. Watson RA, Pride NB, Thomas EL, Fitzpatrick J, Durighel G, McCarthy J, et al. Reduction of total lung capacity in obese men: comparison of total intrathoracic and gas volumes. J Appl Physiol (1985) 2010; 108: 1605-12.
187. Watson RA, Pride NB. Postural changes in lung volumes and respiratory resistance in subjects with obesity. J Appl Physiol (1985) 2005; 98: 512-7.
188. Van Huisstede A, Cabezas MC, Birnie E, van de Geijn GJ, Rudolphus A, Mannaerts G, et al. Systemic inflammation and lung function impairment in morbidly obese subjects with the metabolic syndrome. J Obes 2013; 2013: 1313-49.
189. Peixoto-Souza FS, Piconi-Mendes C, Baltieri L, Rasera-Junior I, Barbalho-Moulim MC, Lima Montebelo MI, et al. Lung age in women with morbid obesity. Rev Assoc Med Bras 2013; 59: 265-9.